



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
إدارة التأليف والترجمة والنشر

العلوم والمعارف الحديثة في الحضارة الإسلامية

للمستاذ الدكتور جمال الدين شوقي



سلسلة المؤلفات العلمية العربية
الطبعة الأولى ١٩٩٠

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
إدارة التأليف والترجمة والنشر



العلوم والمعارف الهندسية

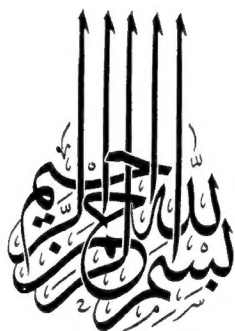
في الحضارة الإسلامية

للأستاذ الدكتور جمال شوقي



سلسلة التراث العلمي العربي
الطبعة الأولى ١٩٩٥

«المادة العلمية المنشورة في هذا الكتاب تعبر عن رأي كاتبها
ولا تعبر بالضرورة عن رأي مؤسسة الكويت للتقدم العلمي»





صاحب السمو الشيخ جابر آل فهد الصباح
أمير دولة الكويت



سمو الشيخ / عبد العبد الله السالم الصباح
وفيت العهد رئيس مجلس الوزراء

المحتويات

رقم الصفحة

١٧	الباب الأول: هندسة الأشكال وتشمل العمارة الإسلامية
١٩	مقدمة في التعريف بالهندسة
٢١	مقدمة في مكانة التراث العربي في تاريخ العلم
٢٣	(١) - أهمية تاريخ العلم
٢٣	- مدخل
٢٤	- دواعي دراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا
٢٦	- مظاهر الاهتمام المعاصر بدراسة تاريخ العلوم
٢٧	- دوريات متخصصة في تاريخ العلم والتكنولوجيا
٢٨	- إدخال تاريخ العلم والتكنولوجيا في المقررات الدراسية
٢٩	- مسئولية كتابة تاريخ العلوم
٣٠	- مسئولية تدريس تاريخ العلم والتكنولوجيا
٣٢	(٢) - التراث العربي وحضارة العصر
٣٢	- مولد الحضارة العربية الإسلامية
٣٢	- حركة الترجمة والنقل
٣٢	- ظهور العبقريات العربية الإسلامية
٣٣	- أسماء أعلام المسلمين في اللغات الغربية
٣٣	- أسماء عربية تدخل المصنفات اللاتينية
٣٥	- الترجمات اللاتينية للكتب العربية
٣٩	- الألفاظ العربية تغزو اللغات الغربية
٤٠	- كلمة «الجبر»
٤٠	- كلمة «صفر»
٤٠	- كلمة «الكيمياء»
٤٢	- ألفاظ علم الفلك
٤٣	- مصادر التراث العربي
٤٤	- قومية التراث العربي
٤٦	- العناية بالتراث العلمي العربي
٤٨	(٣) - تقسيم العلوم عند الأوائل
٤٨	- تقسيم العلوم عند الفارابي
٥١	- هندسة الأشكال
٥٢	- تقسيم الهندسة

٥٨	الهندسة العقلية أو الهندسة النظرية
٥٨	- مدخل : تعريف وتقسيم
٥٨	١,١ - الأصول الهندسية
٥٨	١,١,١ - كتاب الأصول أو الأركان.
٦٠	١,١,٢ - من أعمال العرب والمسلمين في الهندسة.
٦٢	١,١,٣ - بعض فضل العرب والمسلمين في الأصول الهندسية.
٦٣	١,١,٤ - انتقال علم الهندسة إلى الغرب.
٦٣	١,٢ - علم الأكر
٦٤	١,٢,١ - من كتب الإغريق في الأكر.
٦٤	١,٢,٢ - من كتب المسلمين في الأكر.
٦٧	١,٣ - علم المخروطات (قطع المخروط)
٧٤	١,٤ - علم المساحة
٧٥	١,٤,١ - مساحات الأشكال المستوية.
٧٥	١,٤,٢ - مساحات السطوح للأجسام المنتظمة.
٧٥	١,٤,٣ - حجم الأجسام المنتظمة.
٨٢	١,٤,٤ - مساحات وحجم الأشكال الممارية.
٨٢	١,٤,٥ - القياسات الكونية : قياسات الأرض
٨٧	- طول السنة الشمسية (المدارية)
٨٨	١,٥ - علم المناظر
٨٨	١,٥,١ - مدخل.
٨٨	١,٥,٢ - بعض إنجازات علماء العرب والمسلمين في علم المناظر.
٩٠	١,٦ - تطبيقات في هندسة الأشكال
٩٠	عناصر العمارة الإسلامية
٩٣	١,٦,١ - عناصر البناء
٩٣	١,٦,١,١ - العقود
٩٣	- تطور العقود.
٩٤	- العقد المقررة.
٩٦	- أشكال العقد في الحضارة الإسلامية.
٩٨	- العقد المجمعة
١٠٢	١,٦,١,٢ - النوافذ.
١٠٢	١,٦,١,٣ - القباب.
١٠٢	١,٦,١,٤ - المآذن - المنارات

١٠٢	- مدخل -
١٠٦	- منارة الاسكندرية بوصف ابن جبير .
١١١	- أولي المآذن .
١١١	- المنارات الملونة .
١١١	- المآذن المربعة .
١١٢	- منارة مسجد إشبيلية
١١٢	- المنارات التركية .
١١٢	- منارات العصر المملوكي .
١١٢	- منارات متعددة الرؤوس .
١١٦	١,٦,١,٥ - المحاريب .
١١٦	١,٦,١,٦ - نماذج من البدايات الأولى للعمارة الإسلامية .
١١٦	١,٦,١,٧ - نماذج من إنجازات العمارة الإسلامية :
١١٦	(أ) - من القصور .
١١٧	(ب) - من الجوامع والمساجد .
١١٧	١,٦,١,٨ - بعض السمات البارزة في العمارة الإسلامية .
١٢٥	١,٦,٢ - العناصر الجبلية
١٢٥	١,٦,٢,١ - المقرنصات - الدلايات .
١٢٥	١,٦,٢,٢ - الرقش العربي :
١٢٥	- الزخارف الهندسية .
١٢٥	- الزخارف النباتية .
١٦١	١,٦,٢,٣ - الخط العربي واستخدامه في الزخرفة .
١٦١	- الخط الكوفي .
١٦١	- خطوط النسخ .
١٩٣	١,٦,٢,٤ - القناديل والثريات .
١٩٣	- أهمية توثيق سمات العمارة الإسلامية .
١٩٣	- تحديث معايير العمارة الإسلامية .
١٩٤	- خلاصة .

١٩٥	الباب الثاني هندسة الحركات
١٩٧	مقدمة : تعريف بالهندسة
١٩٨	٢, ١ - الهندسة الحسية أو العملية (التطبيقية)
١٩٨	٢, ١٠ - الأصول النظرية (في العلم الطبيعي)
١٩٩	٢, ١١ - علم السكون (الاستاتيكا)
١٩٩	- القوة الطبيعية (قوة الثقل)
١٩٩	- الميزان العادي وميزان القبان
٢٠٣	- قياسات الثقل النوعي
٢٠٣	- موازين الثقل النوعي
٢٠٣	- الميزان الطبيعي
٢٠٣	- الآلة المخروطة
٢٠٨	- القسطاس المستقيم
٢١٠	- موازين الخازني
٢١٥	٢, ١٢ - علم الحركة (الديناميكا)
٢١٧	٢, ٢ - التطبيقات هندسية آلات وأدوات
٢١٧	٢, ٢, ١ - رؤاد هندسة الحركات من الاغريق
٢٤٦	٢, ٢, ٢ - رؤاد هندسة الحركات من المسلمين
٢٥٤	٢, ٢, ٣ - مصادر هندسة الحركات في الحضارة الاسلامية
٢٥٧	٢, ٢, ٤ - المخطوطات والأعمال العربية
٢٥٨	١ - مخطوطات وأعمال بني موسى بن شاكر
٢٦٣	٢ - اصطلاحات ومواضيعات هندسة الحركات كما ورد في كتاب (مفاتيح العلوم)
٢٦٤	٣ - مخطوطات وأعمال الجزري
٢٦٧	٤ - مخطوطات وأعمال رضوان بن محمد الساعاتي
٢٦٨	٥ - مخطوطات وأعمال ابن معروف
٢٧٣	أمثلة من صناعة الآلات عند العرب والمسلمين
٢٧٣	٢, ٢١ - آلات معالجة الأثقال
٢٧٣	- تعداد البكر ونشية الحيط
٢٧٣	- الدواليب ذات متداخلة الأسنان
٢٧٣	- اللوالب

٢٧٤	٢, ٢٢ - آلات تعمل بالهواء أو البخار
٢٨٦	٢, ٢٣ - آلات وأواني تعمل بالماء
٢٨٦	- الساعات
٢٨٧	- تصنيف الساعات
٢٩٥	- الساعات أو البناكيم في أعمال الجزري
٣٠٧	- مخطوطات عربية في الساعات والعمل بها
٣٠٨	- صناعة الأواني العجيبة والفوارات:
٣٠٨	- صناعة الأواني العجيبة
٣١٢	- الأواني العجيبة في أعمال بني موسى
٣٢٠	- الأباريق والطساس في أعمال الجزري
٣٢٣	- أواني مجالس الشراب في أعمال الجزري
٣٢٣	- صناعة الفوارات:
٣٢٣	- فوارات الماء في أعمال بني موسى
٣٢٤	- الفوارات في أعمال الجزري
٣٢٧	- الفوارات في أعمال ابن معروف
٣٢٧	٢, ٢٤ - آلات رفع الماء لجهة العلو
٣٢٧	- التعاقب الزمني لدواليب رفع المياه
٣٣٠	- بعض انجازات العرب والمسلمين في صناعة آلات رفع الماء لجهة العلو
٣٣٠	- آلات رفع الماء في أعمال الجزري
٣٣١	١ - آلة ترفع ماء من غمرة إلى مكان مرتفع
٣٣١	٢ - آلة ترفع الماء من غمرة أو بئر بداية تديرها
٣٣١	٣ - آلة رفع الماء باستعمال زنجر ودلاء
٣٣١	٤ - آلة اخراج الماء بالمفرقة المتأرجحة
٣٣٥	٥ - آلة سحب وضخ الماء في اسطواناتين متعاكستين
٣٣٥	- الوقاية من فعل الماء
٣٤٧	- آلات رفع الماء عند ابن معروف
٣٤٧	١ - المضخة ذات الاسطواناتين المتقابلتين
٣٤٧	٢ - المضخة الحلزونية

٣٤٧	٣ - مضخة الحبل ذي أكر القماش
٣٤٧	٤ - المضخة ذات الأسطوانات الست
٣٤٨	٢, ٢٥ - صناعة الآلات المحركة
٣٤٨	- دواليب الماء الدفعية
٣٤٨	- دواليب الماء ردّ الفعلية
٣٦٥	- الدولاب المدارّ بالغاز الساخن (في أعمال ابن معروف)
٣٦٦	- طواحين الهواء
٣٦٩	٢, ٢٦ - آلات متنوعة
٣٧٤	١ - آلات تعمل من تلقاء نفسها
٣٧٥	٢ - آلات لإحداث الحركة الدائمة
٣٨٨	مخطوطات عربية في حيل آلات متنوعة
٣٨٨	٢, ٢٧ - الآلات الرصدية
٣٩٥	مراجع اجنبية في الأسطrolابات
٣٩٥	٢, ٢٨ - الآلات الحربية
٣٩٥	- علم الآلات الحربية
٣٩٦	- مصادر مخطوطة ومطبوعة في الأدوات الحربية وفنون القتال عموماً
٣٩٩	- المرايا المحرقة
٤٠١	- المنجنيقات
٤٠٩	- المدافع
٤١٣	- البارود
٤١٧	معجم صناعة الآلات عند الأوائل
٤٣٨	خلاصة
٤٤١	المراجع والمصادر
٤٤٣	- الباب الأول
٤٤٧	- الباب الثاني

٤٦١

٤٦٣

٤٦٨

٤٧٥

٤٧٧

٤٧٧

فهرس الأشكال

- الباب الأول

- الباب الثاني

فهرس الجداول

- الباب الأول

- الباب الثاني

الباب الأول
هندسة الأشكال (وتشمل العمارة الإسلامية)

مقدمة في التعريف بالهندسة

يُمكن تقسيم العلوم والمعارف الهندسية - كما وردت في التراث العربي الإسلامي ^(١) - إلى قسمين رئيسين هما:

أولاً: هندسة الأشكال

وهي في الواقع «هندسة ساكنة»، وقد أسماها الأوائل جومطريا Geometry نقلاً عن اللفظ الإغريقي ^(٢)، ويشتمل هذا القسم - فضلاً عن الأصول الهندسية - على التطبيقات الخاصة بمجال العمارة.

ثانياً: هندسة الحركات

الهندسة الحركية، أسماها الأوائل «صناعة الآلات»، أو «الهندسة الحية» أو «الهندسة التطبيقية» أو «الهندسة العملية»، هي ما نعرفها اليوم بالهندسة عموماً (Engineering)، وينحدر لفظ «هندسة» من أصل فارسي هو إندازه بمعنى القياس.

ولقد أفردنا لكل قسم من هذين القسمين كتاباً قائماً بذاته، وعلى ذلك فإننا سنعرض في كتابنا للباب الأول هندسة الأشكال والباب الثاني هندسة الحركات.

هندسة الأشكال

وفيها أدرج علماء العرب والمسلمين خمسة فروع هي:

١ - الأصول الهندسية (أو هندسة إقليدس).

٢ - علم الأكر أو الكرات.

٣ - علم المخروطات.

٤ - علم المساحة.

٥ - علم المناظر، أو علم البصريات، أو علم الضوء.

وتشتمل «هندسة الأشكال» كذلك على التطبيقات الهندسية في مجال العمارة، حيث نعرض لجانبين أساسيين فيها هما:

١ - العناصر الإنشائية أو عناصر البناء، وتشمل العقود والنوافذ والقباب والمآذن أو المنارات، ونسوق لها أمثلة عديدة من عمائر العالم الإسلامي لاسيما من قرطبة وغرناطة.

(١) راجع الشكل (١).

(٢) كذا «الهندسة العقلية» أو «الهندسة النظرية».

٢ - العناصر الجمالية وتضم المقرنصات والدلايات، والزخارف الهندسية والخطوط بأنواعها، وفن الرُّقش العربي (الأرابيسك) عموماً.

ثمة مثال تطبيقي آخر جدير بالإشارة، ألا وهو «قياسات الارض»، فتشير الدراسة إلى جهد فلكني الخليفة المأمون، وقياسات سند بن علي، وأبي الریحان البيروني، وقاضي زاده ابن الرومي، وتخلص الدراسة إلى أن القيم التي توصل إليها البيروني تنقص عن القيم المعاصرة بمقدار ٩٤,٠٪ فحسب، وهي دقة عالية جدية بالتقدير والإعجاب.

مقدمة
في مكانة التراث العربي في تاريخ العلم

مقدمة

في مكانة التراث العربي في تاريخ العلم

١ - أهمية تاريخ العلم

مدخل

إننا ونحن نقترّب من مطلع القرن الحادي والعشرين لننظر إلى كثير من الإنجازات العلمية التي توصل إليها الإنسان عبر مسيرة آلاف السنين نظرة بعيدة كل البعد عن الإنصاف. إن كثيراً من المفاهيم والنظريات والقوانين التي تقوم عليها علومنا الحديثة لتبدو لنا - بالنظر إلى بساطتها ومنطقيتها - وكأنها أمور بديهية لا تستوجب كل هذه الهالات من التقدير والإجلال التي نحيط بها هامات علمائنا الأجلاء على مدى العصور.

كم بسيطة وطبيعية هي نظرة الإنسان المعاصر إلى كروية الأرض وإلى دوراتها حول نفسها وحول الشمس مرة كل حَوْل، لقد استغرق التوصل إلى هذه الحقائق آلاف السنين، ظهرت فيها نظريات متعددة، وأجريت فيها أرصاء متعاقبة، وقامت فيها خلافات وصراعات قبل أن ترسخ هذه الحقائق وتتحوّل بالإلف والتعود إلى أمور مسلم بها، متفق عليها لا تثير جدلاً ولا دهشة ولا تدعو إلى انبهار أو عجب.

وكم بسيطة وطبيعية هي نظرة الإنسان المعاصر إلى إجراء العمليات الحسابية الأساسية من جمع وطرح وضرب وقسمة، وقد لا يخطر على البال أن مجرد الاهتمام إلى الصفر وفكرة المنزلة الخالية قد استغرق بضعة آلاف من السنين، إن فكرة منازل العدد وما يتبعها من خانات الأحاد والعشرات والمئات وما فوقها - وهي الفكرة التي كان للعرب فضل التوصل إليها - قد أحدثت تحولاً هائلاً في طرائق الحساب، الأمر الذي دفع بالرياضيات دفعة عظيمة إلى الأمام، فإذا ما عرفنا أن ذلك لم يتم إلا في صدر الحضارة العربية، وأن الإنسان قد عاش آلاف السنين يتبع طرقاً عقيمة ومطولة في حساباته، لأدركنا مدى أهمية التوصل إلى مفهوم الصفر ومنازل العدد، بل إن الإنسان ليستطيع اليوم أن يُجرى حسابات طويلة جداً ومعقدة للغاية في فترة زمنية تقاس بالثواني وبأجزائها ودون أن يبذل جهداً فكرياً كبيراً، وما عليه إلا أن يضغظ على الأزرار الصحيحة في حاسبة آليّة، وحتى هذه الآلة الصغيرة قد صارت اليوم مألوفة إلى الحد الذي لا يخطر معه على بال الإنسان المعاصر ما تطلبه التوصل إليها من فكر وجهد، ولا يقع في مقدوره تصور الحجم الحقيقي لهذا الإنجاز العظيم.

إن التجارب التي قام بها بعض العلماء تتميز بقدر كبير من البساطة إلى الحد الذي يراود الفكر فيه الاعتقاد بأنه كان في وسع المرء أن يتوصل إليها لولم يسبقه هؤلاء العلماء إلى إجرائها.

كم من مرة سقطت فيها تفاحة أمام أعين البشر قبل أن تنتبه - كما انتبه إسحاق نيوتن - إلى ظاهرة الجاذبية الأرضية، وتسعى إلى صياغة تأثيرها في قالب رياضي يُشكل ما نعرفه اليوم بالقانون الثاني للحركة؟

كم من مرة أدركت العينُ القوة الدافعة للبخار قبل أن يتوصل جيمس وات إلى السيطرة عليها وتطويعها لتوليد القدرة، مؤذنا بذلك ببدء عصر القدرة وما جلب من تكنولوجيات ونبائط ومعدات وأفاق علمية وتكنولوجية رحبة؟

إن المرء لينظر اليوم إلى رحلات الفضاء الخارجي نظرة عادية لا يشوبها تساؤل ولا تفكير، وكأن الأمر لا يعدو مجرد انتقال من مكان إلى مكان. إن الدراسات والأبحاث والإنجازات العلمية والتكنولوجية في مجال غزو الفضاء فحسب هي من الضخامة بحيث لا تتسع لوثائقها أكبر المكتبات، ناهيك عن التجهيزات والمعدات التي أنشئت وطوّرت لبناء وتسيير مركبات

الفضاء والاتصال بها والتحكم فيها، كل ذلك يبدو لإنسان القرن العشرين وكأنه أمر عادي يقرأ عنه في جريدته أو يسمع عنه أو يراه بوسائل الإعلام المختلفة، وبالقِطْع تخفي عليه الجهود الجبارة التي تكبدتها البشرية لكي تحقق هذا الحلم الذي راود الإنسان منذ بدايته، وملاء عليه فكره.

إن التقدير السليم والتقويم المنصف، والتفهم الصحيح، والإدراك الواعي للجهود الخلاقة المتواصلة التي بذلها الإنسان عبر تاريخه الحضاري الطويل وسعيه الدؤب إلى اكتساب العلم والحكمة والمعرفة لا يتسنى الوصول إليه دون الدراسة المتعمقة والتحليل الدقيق للظروف والأحوال والملاّبسات التي اقترنت بتلك الجهود والمحاولات والإنجازات، ومن هنا كانت أهمية دراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا، وهي دراسة أصبحت على جانب كبير من الأهمية في عصر تتلاحق فيه الاكتشافات والاختراعات، وتتوالى فيه النظريات والإنجازات في عصر سريع النبض متلاحق الخطى، يكاد يتضاعف فيه حجم المعرفة كل سبع أو ثماني سنوات تقريبا وفي بعض المجالات الهندسية كالإلكترونيات كل ٤ سنوات، فلا بد إذن لدراسات تاريخ العلم والتكنولوجيا من أن تواكب هذا النمو الهائل في المعرفة والذي يؤثر بلاشك تأثيراً متزايداً على الإنسان من حيث مقومات حياته وفكره وفلسفته ومعتقداته، ومن ثم فإن الفهم الصحيح الواعي للعلم - وهو الخلية الحية الدائبة النمو والتطور والاكتمال - يقتضي منا دراسة عميقة متصلة ومتواصلة لنموه وتطوره عبر كافة العصور والأزمان.

إن اقتفاء الاتجاهات التي أثر ويؤثر فيها العلم على حياة البشر وسعادتهم يُمكننا - مع دراسة واعية لامتداد هذه الاتجاهات - من الوقوف على الأثر المحتمل للعلم على مستقبل البشر.

دواعي دراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا

لم يكن الطريق إلى تحقيق الإنجازات العلمية والتكنولوجية التي توصل إليها الإنسان في مسيرته منذ مطلع التاريخ طريقاً ميسوراً معبداً، بل إن الإنسان ما يرح يكدح ويدأب لتعبيد الطريق سعياً إلى العلم والمعرفة، وهو طريق تكتنفه الصعاب والعقبات، ولقد تضافرت جهود الأجيال والأحقاب والقرون المتلاحقة حتى حقق الإنسان الإنجازات المذهلة التي يشهدها القرن الحالي. إن من حق الأجيال والحضارات السابقة

علينا - وهي التي ندين لها بالفضل - أن نعرف معالم الطريق الذي سلكته تلك الأجيال والحضارات، وأن نعي ما بذلته من جهد وما مرت به من تجارب لإسعاد البشرية.

ثمة أسباب أخرى تدفعنا إلى الاهتمام بدراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا نذكر منها ما يلي :

١ - إن نقف على تطور الفكر العلمي واتجاهاته عبر مختلف العصور والحضارات، وإن تلقى الضوء على ما وصلت إليه مدارك الإنسانية حتى العصر الذي نعيش فيه، كذا على كيفية الوصول إلى هذه المدارك.

٢ - أن نوسع أفق المشتغلين بالعلم والتكنولوجيا من وجهة نظر تطور وتسلسل الأفكار والمفاهيم والإنجازات، وأن نؤهلهم للتفوق والامتياز والاصالة والابتكار، وذلك بالوقوف على الظروف والصعاب التي واجهت العلماء والرواد الأوائل، ودراسة ما وقعوا فيه من أخطاء أو قصور، وذلك بهدف الاستفادة من هذه الخبرة المتجمعة والمكتسبة من هذه المحاولات والتجارب الرائدة، ومن ثم يمكن لدارسي تاريخ العلم والتكنولوجيا أن يكتسبوا قدرات عالية في معالجة المشاكل، واستنباط طرائق ومناهج جديدة في البحث والتجريب والتحليل والاستقراء، وما أصدق الحكمة القائلة: «إن الاحاطة بعلم لا تكتمل دون الاطلاع بتاريخه»

ولقد ثبت لدى خبراء التعليم العالي أن دراسة تاريخ العلوم هي ولاشك دراسة لازمة وضرورية، حيث أن التمكن في العلم يقتضي الوقوف على تطور الأفكار والمنجزات العلمية عبر الحضارات الإنسانية المتعاقبة.

٣ - تعتبر دراسة تاريخ العلم في حد ذاتها دراسة شيقة وطريفة، وهي تشكل عنصراً قوياً وعاملاً مساعداً على تنمية الميل إلى البحث العلمي والاقبال على الاستزادة من ألوان المعرفة، كما أنها تضيف كثيراً إلى الرصيد العلمي للدارس.

٤ - أن عملية متابعة التطور العلمي والتكنولوجي، واقتفاء المسارات والاتجاهات التي أثر ويؤثر فيها العلم والتكنولوجيا على حياة الناس وعلى أفكارهم ومعتقداتهم وراحتهم وسعادتهم يمكن لها أن تؤدي - بدراسات واعية ومتعمقة - إلى التنبؤ بالاتجاهات المستقبلية للتطور العلمي والتكنولوجي واعداد العدة لها، ووضع التصورات والتخطيطات الملائمة لها.

٥ - أنه بدون الدراسة الدقيقة الوثائقية لتاريخ العلم والتكنولوجيا يكون من غير الممكن أن ننسب الفضل إلى صاحبه، أو أن نرده إليه، ولا أدل على ذلك من عدم الاتصاف الذي تُعاني منه الانجازات العلمية والتكنولوجية العربية والاسلامية، والتي لم تلق الدراسة اللائقة بها، مما نشأ عنه إهمال أو قصور أو تحجج أو تجاهل - بقصد أو بغير قصد - على دور العلم العربي والاسلامي في إثراء الحضارة الإنسانية، ولعلنا نكون على صواب إن نحن ألقينا بالنَّيعة واللمم في هذا الشأن على أصحاب التراث أنفسهم، فهم ولا شك على دراسته أقدر، ويبرزه أولى وأحق.

مظاهر الاهتمام المعاصر بدراسة تاريخ العلوم

لقد شهد القرن الحالي اهتماماً أصيلاً بدراسة تاريخ العلوم، وهذا أمر لا يدعو إلى الغرابة، إذ أن هذا النوع من الدراسة يُعدّ بلا شك أساساً هاماً يقوم عليه صرح التقدم العلمي، ومن ثمّ فإننا نشهد منذ بداية القرن العشرين تزايداً متواصلاً في إنشاء الأكاديميات ومراكز البحث والمعاهد المتخصصة في تاريخ العلوم، كما وأن كثيراً من الكليات الجامعية قد أنشأت أقساماً مختصة بهذه الدراسات، كذلك فقد أفردت بعض الأقسام كراسي للاستاذية في هذا المجال.

فمن المؤسسات التي أنشئت للقيام بأبحاث ودراسات متخصصة في تاريخ العلم والتكنولوجيا، نذكر على سبيل المثال لا الحصر:

- الأكاديمية الدولية لتاريخ العلوم بباريس (١).
- الأكاديمية البولندية للعلوم وتاريخ العلوم والتكنولوجيا ببولندا (٢).
- معهد تاريخ العلم بجامعة ويسكونسن بالولايات المتحدة الأمريكية (٣).
- معهد أبحاث تاريخ التكنولوجيا بفينا بالنمسا (٤).
- مركز بحوث الشرق الأوسط بمدينة سولت ليك بولاية يوتا بأمريكا (٥).
- معهد تاريخ العلوم التابع للمركز القومي للبحوث العلمية بباريس (٦).
- معهد سميثسونيان بواشنطن (٧).
- معهد تاريخ وفلسفة العلم بمؤسسة همرد القومية بكراتشي بباكستان (٨).

ومن المؤسسات التي أنشئت خصيصاً للاضطلاع بمهام دراسة تاريخ العلوم العربية والإسلامية نودّ الإشارة إلى بعضها فيما يلي:

- دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد الدكن بالهند.
- المجمع العلمي المصري في القاهرة.
- المجمع العلمي العراقي في بغداد.
- معهد المخطوطات العربية التابع لجامعة الدول العربية، وقد تم افتتاحه في ١٩٤٦/٤/٤ في القاهرة.
- معهد التراث العلمي العربي التابع لجامعة حلب، وقد افتتح في عام ١٩٧٤.
- المجمع الملكي لبحوث الحضارة الإسلامية (مؤسسة آل البيت) بعمان بالملكة الأردنية الهاشمية.
- مركز الملك فهد للبحوث الطبية بجامعة الملك عبد العزيز بجدة.
- مركز الأبحاث للتاريخ والفنون والثقافة الإسلامية في استانبول بتركيا.
- معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية في فرانكفورت بألمانيا الغربية، وقد تم افتتاحه في ١٨ مايو ١٩٨٢.

وفضلا عن هذه المؤسسات العلمية فقد أقيمت متاحف لعرض المنجزات العلمية والتكنولوجية نذكر بعضها منها فيما يلي :

- متحف العلوم بلندن (٩).
 - متحف تاريخ العلم بأكسفورد (١٠).
 - المتحف الفني للصناعات والحرف بفينا بالنمسا (١١).
 - متحف شتوتنجارت بألمانيا الغربية (١٢).
 - متحف الطيران بمدينة دالتون بالولايات المتحدة الأمريكية.
 - المتحف الأمريكي الوطني - قسم تاريخ العلوم والتكنولوجيا (صناعة الحِجَل) بواشنطن بأمريكا.
- هذا ولقد قامت هيئات وجمعيات علمية متعددة بالاهتمام بدراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا نذكر منها من قبيل التدليل :

- «الجمعية البريطانية لتاريخ العلوم» في إنجلترا.
- «جمعية نيوكومن» في إنجلترا.
- «الجمعية الأمريكية لتاريخ العلوم» في الولايات المتحدة الأمريكية.
- «الجمعية المصرية لتاريخ العلوم»، وقد تأسست في القاهرة عام ١٩٤٩ م.
- «الجمعية العربية لتاريخ الصيدلة».

دوريات متخصصة في تاريخ العلم والتكنولوجيا

إن الاهتمام المعاصر بدراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا قد أدى الى صدور العديد من المؤلفات القيمة ، وظهور الدوريات المتخصصة في دراسات وبحوث تاريخ العلم والتكنولوجيا نشير الى بعض منها فيما يلي من باب التمثيل فحسب :

- مجلة «إيزيس» (١٣)، وتصدر في مدينة بلتيمور بأمريكا منذ عام ١٩١٣ .
 - مجلة «أبحاث في تاريخ التكنولوجيا» (١٤)، وتصدر في فينا بالنمسا منذ عام ١٩٣٠ .
 - مجلة «حوارات العلم» (١٥)، وتصدر في لندن منذ عام ١٩٣٦ .
 - مجلة «تاريخ العلم الطبيعي والطب» (١٦)، وتصدر في كونيهاجن بالدنمارك منذ عام ١٩٤٢ م.
 - «مجلة السجلات الدولية لتاريخ العلوم» (١٧)، وتصدر في باريس منذ عام ١٩٤٧ .
 - مجلة «ستورس» (١٨)، وتصدر في كونيهاجن منذ عام ١٩٥٠ .
 - مجلة «سجلات تاريخ العلوم» (١٩)، وتصدر في هايدلبرج بألمانيا الغربية منذ عام ١٩٦٠ م.
- أما فيما يخص دوريات تاريخ العلوم العربية والاسلامية، فنذكر منها على سبيل المثال :
- «مجلة رسالة العلم» ، وتصدر في القاهرة منذ عام ١٩٣٣ .

- «مجلة الجمعية المصرية لتاريخ العلوم، وتصدر بالقاهرة منذ عام ١٩٥٢.
 - «مجلة معهد المخطوطات العربية»، وتصدر عن جامعة الدول العربية، وقد بدأ ظهورها سنة ١٩٥٥.
 - «مجلة المورد»، وتصدر في بغداد.
 - «مجلة «تاريخ العلوم العربية»، وتصدر عن معهد التراث العلمي العربي في حلب.
 - «مجلة التراث العربي»، ويصدرها اتحاد الكتاب العرب في دمشق.
- هذا قليل من كثير، سقناه لنُدلل على الأهمية المتزايدة للدراسات والبحوث المتعلقة بتاريخ العلم والتكنولوجيا، وهو اهتمام له ما يبرره كما تقدم بيانه.

إدخال تاريخ العلم والتكنولوجيا في المقررات الدراسية

- لقد تعدّى الاهتمام بدراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا حدود الدراسات المتخصصة والأبحاث، وشق طريقه إلى قلب المقررات الدراسية في كثير من دور العلم المتقدمة، حيث أصبحت دراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا جزءاً أساسياً من الدراسة المؤدية إلى الدرجة الجامعية الأولى.
- ومع بروز أهمية هذا النوع من الدراسات، والحاجة إلى تضمينها للمقررات الدراسية الجامعية، استلزم الأمر إنشاء أقسام استاذية متخصصة في تاريخ العلم، نسوق بعض نماذج منها فيما يلي:
- قسم تاريخ العلوم في جامعتي أكسفورد وكامبردج بإنجلترا.
 - قسم تاريخ العلم والتكنولوجيا بجامعة لندن.
 - قسماً تاريخ العلوم بجامعتي أمستردام وليدن بهولندا.
 - قسم تاريخ العلوم بجامعة باريس.
 - قسم تاريخ العلوم بجامعة ويسكونسن بأمريكا.
 - قسم تاريخ الرياضيات بجامعة براون بأمريكا.
 - كرسي تاريخ العلوم العربية بجامعة هارفارد بأمريكا.
- إنه في الوقت الذي نَلَقَى فيه كلُّ هذا الاهتمام بتاريخ العلم والتكنولوجيا في العالم الغربي، لا نكاد نجد لهذا النوع من الدراسة ذِكْراً ولا خبراً في عالمنا العربي والإسلامي، وإذا كانت الدول تعني في أقل القليل بتاريخ العلوم فيها وباراز إسهامات ابنائها في الانجازات العلمية، فإننا لا نجد حولنا حتى هذا الحد الأدنى من الاهتمام بتاريخ علومنا العربية والإسلامية.

وليس من قبيل الصدفة ولا من منطلق ترديد الشعارات التقليدية ان تصدر التوصية رقم (ثالث عشر/١) من توصيات مجلس التعليم العالي المتخذة في دورته العادية الثامنة (المتعقدة في دولة البحرين في الفترة من ٢٦ إلى ٢٨ محرم سنة ١٤٠٢ هـ الموافق ٢٢ - ٢٤ نوفمبر سنة ١٩٨١م) التي تنص على ما يلي:

«دعوة جامعات أقطار الخليج العربي التي لا تقوم بتدريس مادة (التراث العربي الاسلامي بقسميه العلمي والانساني) الى ادخالها في مناهجها» .

وتنبع هذه التوصية من أهمية الدور الكبير الذي يمكن ان تؤديه دراسة التراث العربي الاسلامي في إزاحة الستار عن الثراء العلمي والانساني للأمة العربية الاسلامية، وفي أثر ذلك على ربط حاضر الأمة بإضائها، واكساب شباب هذه الأمة ثقة وعزما على مواصلة مسيرة الاجداد الذين حملوا مشاعل النور والهداية ونشروها من المحيط الاطلسي غربا الى حدود الصين شرقا.

مسؤولية كتابة تاريخ العلوم

عما لاشك فيه أنَّ أولى الناس وأقدرهم على التصدي لقضية التأريخ الصحيح للعلوم هم المشتغلون بالعلوم أنفسهم، إذ أنه يتعين على مؤرخ العلوم ان يكون على بينة تامة من دقائق العلم الذي يكتب تاريخه، وهذا أمر يتسنى تحقيقه بشكل طيب في العلماء، بينما قد لا تتوافر هذه الصفة- بوجه عام - في المؤرخين السياسيين الذين تتوفر لديهم عادة خلفية ممتازة في التاريخ العام بينما يعوزهم الالام الكافي بالجوانب العلمية والفنية للموضوع الجاري تأريخه. ومن هنا تقع على كاهل رجال العلم مسؤولية كتابة تاريخ العلوم والتكنولوجيا، كما يقع على عاتقهم ايضا بيان الآثار الناجمة عن تطورها وتأثيرها على المجتمع، وذلك حتى يفيد منها عامة المؤرخين.

لم تغب هذه المسؤولية عن بال رجال العلم، الذين أولوا دراسة تاريخ علومهم اهتماما كبيرا، فصدرت لهم دراسات وبحوث ومؤلفات كثيرة تبين وتوثق المراحل التي مرت بها علومهم، ونسوق فيها يلي نماذج قليلة لبعض هذه المؤلفات:

- ١ - كتاب «تطور الرياضيات»، للاستاذ أ. بل استاذ الرياضيات بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا بأمريكا.
 - ٢ - كتاب «تاريخ الكيمياء» للاستاذ جيمس ريديك بارتنجتون استاذ الكيمياء في جامعة لندن.
 - ٣ - كتاب «ليوناردو والعلوم» للاستاذ فريتزشتيبي الاستاذ بكلية الهندسة في زيورخ بسويسرا.
 - ٤ - كتاب «تاريخ مقاومة المواد» للاستاذ س. تيموشنكو الاستاذ الشهير بجامعة ستانفورد بأمريكا.
 - ٥ - كتاب « قصة الهندسة» للاستاذ جيمس فينش العميد السابق لكلية الهندسة بجامعة كولومبيا بأمريكا.
 - ٦ - كتاب « تاريخ للهندسة الميكانيكية» للاستاذ بيرستول استاذ الهندسة الميكانيكية بجامعة درهام بانجلترا.
 - ٧ - كتاب «تاريخ للعلم والتكنولوجيا» للاستاذ ر. فوربس والاستاذ ديجكستر هويس استاذي تاريخ العلم بجامعة امستردام وليدن بهولندا، وهما متخرجان اصلا من كليات علمية، حيث تخصص الاول في الهندسة الكيميائية، بينما تخصص الثاني في الفيزياء والرياضيات، ولهما مؤلفات وبحوث قيمة في تاريخ العلوم.
- ومن أمثلة الكتب العربية المؤلفة في تاريخ العلم والتكنولوجيا، والتي كتبها رجال علم من العرب ما يلي:

- كتاب «علم الطبيعة: نشوؤه ورقبه وتقدمه الحديث» .
للاستاذ مصطفى نظيف استاذ الطبيعة السابق بكلية الهندسة جامعة القاهرة، وقد صدر الكتاب في القاهرة عام ١٩٢٧ .

- كتاب «الحسن بن الهيثم: بحوثه وكشوفه البصرية» .
للاستاذ مصطفى نظيف ايضا، وقد صدر الكتاب في القاهرة: الجزء الاول عام ١٩٤٢م، والجزء الثاني عام ١٩٤٣م.

- كتاب «تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك» للاستاذ قدري حافظ طوقان العالم الاردني .
هذه نماذج بسيرة مما كتبه العلماء في تاريخ العلم، ولعلنا نكتفي بهذا القدر في التدليل على مسؤولية رجال العلم نحو كتابة تاريخ العلوم، وهي مسؤولية يضبطون بها فعلا.

مسؤولية تدريس تاريخ العلم والتكنولوجيا

قد يكون من المناسب ونحن نعرض لقضية مسؤولية القيام باعداد وتدريس المقررات الخاصة بتاريخ العلم والتكنولوجيا أن نشير الى الراء والاشتراطات التي وضعها الاستاذ جورج سارطون (٢٠) رائد تاريخ العلم فيمن يعتبره مؤهلا للقيام بأداء هذه المهمة .

يقول سارطون إنه بمقارنة مجال «تاريخ العلم» بمجالين آخرين موازين له هما «تاريخ الفن» و«تاريخ الاديان» او «الدراسة المقارنة للأديان»، فإننا نجد أنه بينما يجري تدريس المجالين الآخرين في كل جامعة بواسطة مدرسين واساتذة كفاة، فإن الامر يختلف تماما بالنسبة لمجال «تاريخ العلم» الذي يشكو من نقص في هيئة التدريس المؤهلة تأهيلا جيدا للقيام بمسؤولياته، ويحدد سارطون عدة أمور هامة نذكرها بإيجاز فيما يلي:

(١) تدريس تاريخ العلم يحتاج الى تفرغ تام، وفي هذا الصدد يقول سارطون إنه أمضى ٣٥ عاما من عمره في دراسة موضوع تاريخ العلم ويعتقد انه بعد هذه المدة بدأ لتوه يعرف عنه .

(٢) يتحتم على مدرس تاريخ العلم أن تكون لديه معرفة عميقة وخبرة طويلة في احد فروع العلم تُعززها معلومات عامة في الفروع المختلفة الأخرى .

(٣) يتعين على مدرس تاريخ العلم أن يكون ذا خلفية وتوجه تاريخي، وأن يكون ملما بمناهج دراسة التاريخ، كما يجب عليه أيضا ان تكون لديه خلفية واهتمامات فلسفية .

(٤) يكون تقويم استاذ تاريخ العلم - شأنه في ذلك شأن غيره من الاساتذة - على أساس امكانياته الذاتية في اجراء البحوث، وفي تدريب غيره على القيام بها، وفي نشاطه في نشر البحوث الاصلية .

(٥) يجب ان تكون المحاضرة نابعة من فيض دافق من المعرفة والخبرة التي اكتسبها الاستاذ، وألا تكون ترديدا للمعلومات تقليدية معروفة غير مؤثرة .

٦) إنَّ مجال تاريخ العلم هو مجال جِدُّ مُتَّسِعٌ، تتباين فيه طرائق التدريس من حيث نواحي الاهتمام والتركيز والابراز، ومن ثم كانت حتمية التباين في مقررات الاساتذة المختصين بهذا المجال، ولا غرو فتاريخ العلم يجمع بين كل التاريخ وكل العلم.

٧) لما كان من المتعذر بل ومن المحال تغطية تاريخ العلم من كافة ناحيه وجوانبه نظرا لاتساع مجاله كما سبق وأن أشرنا، فإن الأمر يستدعي اختيارا من جملة الموضوعات والجوانب، وهذا الاختيار سيختلف من استاذ الى آخر، كما سيتباين من فصل دراسي الى آخر، وإن كانت هناك بعض موضوعات أساسية تفرض طبيعتها وأهميتها الإبقاء عليها في المقرر خارج نطاق الاختيار.

٨) يتعين على استاذ تاريخ العلم ان يدأب على تطعيم مقرراته بموضوعات جديدة، ودراسات محدثة، وتحقيقات أصيلة، وتحليلات دقيقة.

٩) لا يتأتى لاستاذ ان يقوم بتدريس تاريخ العلم بأكمله حتى لو امتدت دورة محاضراته لعشر سنوات، ومن ثم كانت أهمية التنوع والاختيار للموضوعات المختلفة في مجال تاريخ العلم حتى يعطى الدارس صورة متكاملة متوازنة لطبيعة تاريخ العلم وحدوده وفلسفته وطرائق البحث فيه.

١٠) نظرا لترامى مدى تاريخ العلم واتساع نطاقه وتنوعه وتعقده، فإنَّ معالجته تجري على محاور ثلاثة هي: الزمان، والمكان، والموضوع، أو بعبارة أخرى: التسلسل التاريخي، والموقع الجغرافي، والمعرفة العلمية.

١١) لا يمكن إحداث إضافة حقيقية ذات بال إلا بواسطة علماء متخصصين في هذا النوع من الدراسات، فالأبحاث في تطوُّر الرياضيات مثلا لا تنسئ إلا للمشتغلين بالرياضيات، ومن هنا كانت الإضافات في تاريخ العلم خاضعة لحدود وقيود، بينما يجب ألا يسري ذلك على تدريس تاريخ العلم.

١٢) يتعين على استاذ تاريخ العلم أن يثبت تمكنه ليس في العلم البحث فحسب بل وفي التاريخ ايضا، كما يجب ان يثبت قدرته على تحليل نمو وتطور العلم، كما يقتضي الامر ان يكون ملما إلماما طيبا بمنهج البحث التاريخي، وأنواع المصادر والوثائق وكيفية استخلاص الحقائق منها.

هذه نظرة سريعة لموضوع على جانب كبير من التشعب، قصدنا بها بيان أهمية «تاريخ العلم والتكنولوجيا»، والأسباب التي تدعونا الى دراسته والاهتمام به، وقد أشرنا الى بعض مظاهر الاهتمام المعاصر بهذه الدراسة، وما قامت به الدول المتقدمة في هذا الشأن، وقد ختمنا هذه العجالة بالحديث عن مسؤولية كتابة تاريخ العلم، وعن ضرورة إدخاله في المقررات الجامعية، كما ألمحنا إلى الصفات والمؤهلات التي يجب أن تتوافر في القائمين على تدريسه، ولعلنا بهذه الداسة المقتضية نكون قد وفقنا في توجيه العناية الى مجال على جانب كبير من الأهمية، ولعلَّ الله يمنع الأمة العربية الإسلامية القدرة والعزيمة على أن تتخطى كِبَوَّتها، وتُعِيد تاريخ مُنْجَراتها العلمية، في عصر يتَّسَم بتسخير الذَّرة وغزو الفضاء.

٢ - التراث العربي وحضارة العصر(*)

مولد الحضارة العربية الإسلامية

إنه مع تدهور الامبراطورية الرومانية، مرت على أوروبا عشرة قرون من الزمان تعرف القرون الخمسة الأولى منها (حوالي ٥٠٠ الى ١٠٠٠م) بالعصور المظلمة، حين شهدت أسوأ فتراتهما في القرنين التاسع والعاشر للميلاد، وفيها أخذت كل من حضارة الاغريق وحضارة الرومان في الاندثار، وذلك في وقت كانت فيه الحضارة العربية - التي ولدت في القرن السابع الميلادي - تسعى بخطوات حثيثة نحو عصرها الذهبي.

إن الحضارة الأوروبية الحديثة التي شهدت مولدها الفترة الممتدة من حوالي القرن الثاني عشر الى القرن الخامس عشرة الميلاديين قد قامت - دون منازع - على أكتاف الحضارة العربية، وإن التاريخ المنصف لتطور العلوم لابد وأن يتوقف طويلا عند منجزات الحضارة العربية وأثرها البالغ على الحضارة المعاصرة، إذ لو لم تقم تلك الحضارة العربية لضاع تماما تراث الاغريق، ولضاع معه كثير من تراث الفرس والسريان وأهل الهند، ولتأخر بلاشك مولد الحضارة المعاصرة عدة مئتين من السنين.

سادت الحضارة العربية الإسلامية العالم المتحضر زهاء ثمانية قرون (٧٠٠ - ١٥٠٠م)، وقد امتدت رقعتها من بلاد الهند شرقا الى بلاد المغرب واسبانيا غربا، وكان لهذه الحضارة الأثر البالغ في حفظ ونقل تراث الاغريق، ولو أن فضل الحضارة العربية اقتصر على ذلك لكان فضلا عظيميا في حد ذاته، فما بال فضل العرب والمسلمين فيما استحدثوا وطوروا وأضافوا وقدموا في فروع المعرفة ومجالات العلم واللوان الفن، فعن الحضارة الإسلامية أخذت أوروبا علوم الحساب والجبر والفلك والطب والصيدلة والفيزياء والكيمياء والنبات وغيرها من العلوم الحديثة، وقد تألق نجم الحضارة العربية في عصرها الذهبي الذي شهده القرنان العاشر والحادي عشر للميلاد، في وقت كانت فيه أوروبا ترزح في حُلل الجهل وغياب الظلام.

حركة الترجمة والنقل

إن حركة ترجمة أمهات الكتب الاغريقية الى اللسان العربي، تلك الحركة التي أولاها الخليفة المأمون (٨١٣ - ٨٣٣م) اهتماما بالغا، كانت عاملا رئيسا في حفظ تراث الاغريق ودراسته واستيعابه، ولا غرو فالخليفة المأمون هو الذي أسس «بيت الحكمة» في بغداد، وجمع فيه علماء أفاضل للقيام بهذه المهمة، وهي بداية منطقية تماما تنب لها الخليفة المأمون، فالحكيم هو الذي يبدأ بدراسة متعمقة واعية لأعمال من تقدمه قبل أن يشرع في الاضافة إليها من فكرة وفنه وجهده.

(*) راجع «تراثا العربي وتاريخ العلم» للدكتور جلال شوقي، مقال منشور بمجلة الثقافة العربية، طرابلس - ليبيا - سنة ١٩٧٥م.

ظهور العبقريات العربية الإسلامية

لقد كانت حركة الترجمة ونقل علوم الأولين حافزا عظيما على إقبال العرب والمسلمين على الاشتغال بالعلوم الاسلامية والاهتمام بها والاضافة اليها، فلا عجب إذن أن تظهر - على مسرح الحضارة العربية الاسلامية الممتد من الهند شرقا الى المحيط الأطلسي غربا - عبقريات عربية كثيرة، نذكر منها على سبيل الإشارة والتمثيل: محمد بن موسى الخوارزمي (ت: ٨٥٠م)، ومؤلفاته في الحساب والجبر والمقابلة غنية عن التعريف، وأبا بكر محمد بن زكريا الرازي (٨٦٤ - ٩٣٢م)، وقد برع في الكيمياء والطب، وأبا الريحان البيروني (٩٧٣ - ١٠٥١م) ذلك العالم الموسوعي الذي كاد أن يضيف الى كافة فروع المعرفة على عصره، والحسن بن الهيثم (٩٦٥ - ١٠٣٩م) رائد علم البصريات، والشيخ الرئيس ابن سينا (٩٨٠ - ١٠٣٧م) الذي اشتهر في الشرق والغرب ببنوغيه في الطب والفلسفة.

هذا ويبين شكل (١/أ) مخططا لتعاقب الحضارات والأعلام، وذلك من حوالي ٥٠٠ (٥٠٠ ق.م) الى حوالي ١٥٠٠م، حين كان نجم الحضارة العربية الاسلامية أخذًا في الأفول لينبغ مكانه نجم الحضارة الغربية التي قامت على أكتاف الحضارات السابقة عليها، وفي مقدمتها الحضارة الإسلامية.

أسماء أعلام المسلمين في اللغات الغربية

إنه مع سيادة العلم العربي دخلت أسماء بعض أعلام علماء العرب والمسلمين في اللغات الغربية، فنجد أن اسم «الخوارزمي» قد ظهر بصور متعددة منها:

في اللغة اللاتينية، وتعني الأعداد	Algorismus
	Algorismi
	Algoritmi
في اللغة الانجليزية	Algorithm
في اللغة الألمانية	Algorismus
في اللغة الاسبانية	Guarismo

كل هذه الألفاظ هي بلاشك مشتقة من اسم «الخوارزمي» العلامة العربي في الجبر والحساب، ولقد تعلمت أوروبا طريقة التقييم العربية (نظام المنازل من أحاد وعشرات ومئين وآلاف الخ) وما أدخلته على العمليات الحسابية المعقدة آنذاك من تبسيط وتيسير ووضوح ودقة، وذلك عن طريق الكتاب الذي صنفه ليوناردو بيزانو^(١) أو أوفينيوناتيشي ونشره في إيطاليا سنة ١٢٠٢م، فأدخل به الحساب العربي والأرقام العربية الى أوروبا، ودخل معها اسم الخوارزمي في معاجم كثيرة في الغرب، ويطلق هذا الاسم في عصرنا الحالي على منهج أو نظام أو أسلوب متسلسل علمي لحل مشكلة.

(١) Leonardo Pizano or Fibonacci

أشهر العلماء

جيمس وات (براءة اختراع المحرك البخاري (١٧٦٩)
 إسحاق نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧)
 جاليليو جاليلي (١٥٦٤ - ١٦٤٢)
 تقي الدين بن معروف الدمشقي (١٥٨٥ -)
 ليوناردو دافنشي (١٢٧٤ - ١٣٢١)
 إسماعيل بن الرزاز الجيزي (القرن ١٢م)
 فخر الدين الرازي (١١٤٩ - ١٢١٠)
 زين ملكا البغدادي (١٠٧٧ - ١١٦٥/٥)
 عبد الرحمن الحارثي (١١٢١ -)
 عمر الخيامي (١١٢٣ -)
 أبو الريحان البيروني (١٠٥١ - ١٠٩٧)
 الشيخ الرئيس ابن سينا (٩٨٠ - ١٠٣٧)
 الحسن بن الهيثم (٩٦٦/٥ - ١٠٣٩)
 ابن يونس الشافعي المصري (٩٥٠ - ١٠٠٩)
 ثابت بن قرة - إخوان الصفا - أبو بكر الرازي (٩٣٢ -)
 بنو موسى بن شاكر - أحمد - محمد - الحسن
 محمد بن إسحاق الكندي (٨٠١ - ٨٦٧)
 جابر بن حبيب (حوالي ٧٥٠)
 الأمير عماد بن يزيد بن معاوية (٧٠٤ -)

بسروكليس (٤١٢ - ٤٨٥)

بطليموس القلوني (١٦٨ -)

هيسرون الكندي (٧٥ -)

+ A.D.

- B.C.

فسيلون البيزنطي (٢٥٠ ق.م. - ٢٠ ق.م.)
 أبولونيوس (٣٦٠ - ٢٠٠ ق.م.)
 أرشميدس (٢٨٧ - ٢١٢ ق.م.)
 أكتاسيوس (٣٧٠ - ٣٧٠ ق.م.)
 إقليدس (٣٣٠ - ٢٨٠ ق.م.)
 أرسطو (٣٨٤ - ٣٢٢ ق.م.)

الحضارات

٢٠٠٠

ثورة المعلومات
 ثورة التحكم الآلي

الثورة الصناعية الأولى

عصر التنوير
 عصر النهضة الأوروبية
 الطباعة

الحضارة
 الإسلامية

الهجرة النبوية
 التريفة

١٠٠٠

الحضارة البيزنطية
 (حضارة الروم)

الحضارة الإفريقية الرومانية

بعد الميلاد

قبل الميلاد

ازدهار الإسكندرية
 الحضارة الإفريقية
 القديمة

شكل (١/أ).

خطة لتعاقب الحضارات والأعلام من حوالي (٥٠٠ ق.م. إلى ١٥٠٠م)

أسماء عربية تدخل المصنفات اللاتينية

ثمة أسماء عربية كثيرة اتخذت صوراً لاتينية، وذلك عند نقل الأعمال العربية إلى اللاتينية، لغة علم الغرب حتى عصر التنوير، ونسوق فيما يلي أمثلة من الصور اللاتينية للأسماء العربية:

Geber - جابر بن حيان الكوفي الصوفي

Jaber (ت: حوالي ٢٠٠هـ = ٨١٥م)

Algorismus - الخوارزمي^(١)

Algorismi أبو موسى محمد بن أحمد الخوارزمي

Algoritmi } ازدهر في الفترة: ٨١٣ - ٨٣٣م (فترة حكم المأمون)

(ت: حوالي ٢٣٦هـ = ٨٥٠م).

Alfraganus - الفرغاني (ابن كثير الفرغاني)

(كان حياً سنة ٢٤٧هـ = ٨٦١م).

Johannitius - حنين بن اسحق^(٢)

العبادي، أبوزيد

أشهر مترجمي عصر الترجمة

(١٩٤ - ٢٦٠هـ) = (٨٠٩ - ٨٧٣م)

Alkindus - الكندي، فيلسوف العرب

Alquindus يعقوب بن اسحق الكندي

(١٨٥ - ٢٦١هـ) = (٨٠١ ~ - ٨٧٤م)

Albumasar - أبو معشر البجلي^(٣)

(ت: ٢٧٢هـ = ٨٨٦م)

Albubacer - أبوبكر الحسن بن الخريب

من علماء التنجيم بفارس، ازدهر في القرن الثالث

الهجري = القرن التاسع الميلادي.

(١) بروكلمان: جـ ٤، ص ١٦٢.

(٢) بروكلمان: جـ ٤، ص ١٠٣.

(٣) بروكلمان: جـ ٤، ص ٢٠٥.

Albatenius	}	- البتاني ^(١)
Albategnius		أبو عبد الله محمد بن جابر بن سنان البتاني (حوالي ٢٤٤ - ٣١٧هـ) = (حوالي ٨٥٨ - ٩٢٩م)
Raghensis,	}	- الرازي
,Raphensis, Razes (كذا)		أبو بكر محمد بن زكريا الرازي
(Fili Zachariae)		(٢٤٠ - ٣٢٠هـ) = (٨٥٤ - ٩٣٢م)
Alpharabius	}	- الفارابي، المعلم الثاني
Alfharabius		أبو نصر، محمد بن طرخان
Alpharabium		صاحب «تصنيف العلوم»
Alpharabil		(٢٦٠ - ٣٣٩هـ) = (٨٧٤ - ٩٥١/٥٠م)
Alcabitius		- القبيصي ^(٢)
		أبو الصقر القبيصي
		(ت: ٣٥٦هـ = ٩٦٧م)
Hally Abbas		- علي بن عباس الأهوازي المعروف بالمجوسي
		(ت: ٣٨٤هـ = ٩٩٤م)
Abulcasis		- أبو القاسم الزهراوي ^(٣)
Albucasis		(ت: حوالي ٤٠٤هـ = ١٠١٣م)
		أعظم جراحى الحضارة الإسلامية، ألف موسوعة طبية، وقد ازدهر في قرطبة على عهد عبد الرحمن الثالث.
Avicenna		- الشيخ الرئيس ابن سينا
		العالم الرياضي الطبيب الفيلسوف
		(٣٧٠ - ٤٢٨هـ) = (٩٨٠ - ١٠٣٧م)
Alhazen		- الحسن بن الهيثم، أبوعلي
		عالم البصريات المعروف
		(٣٥٤ - ٤٣٠هـ) = (٩٦٥ - حوالي ١٠٣٩م)

(١) بروكلمان: ج ٤، ص ٢١٣.

(٢) بروكلمان: ج ٤، ص ٢١٩.

(٣) بروكلمان: ج ٤، ص ٣٠٠.

Abenragel

- ابن أبي الرجال^(١)

أبو الحسن علي بن أبي الرجال الشيباني الكاتب
المغربي القيرواني.

(ت: بعد ٤٣٢هـ = بعد ١٠٤٠م).

Biruni

- البيروني

أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني
العالم الموسوعي.

(٣٦٢ - ٤٤٣هـ) = (٩٧٣ - ١٠٥١م)

Avencebrol - Avicebron

- ابن جبرول

فيلسوف يهودي عاش في مرسطة

(حوالي: ٤١٢ - ٤٥٠هـ) = (حوالي ١٠٢١ - ١٠٥٨م)

Ben Hazm

- ابن حزم

علي بن أحمد بن سعيد بن حزم الظاهري، أحد أئمة الاسلام، عاش في قرطبة،
وهو صاحب كتاب «الفصل في الملل والأهواء والنحل».

(حوالي: ٣٨٤ - ٤٥٧هـ) = (حوالي ٩٩٤ - ١٠٦٤م)

Arzachel

- ابن الزرقالة القرطبي عالم فلك عاش في قرطبة

(كذا الزرقال والزرقالي وابن الزرقال Arzachel, Arcachelio, Azarchel, Azarquie, Arzachelens

(حوالي ٤٢٠ - ٤٩٣هـ) = (حوالي ١٠٢٩ - ١١٠٠م)

Algazel

- الغزالي، الامام حجة الاسلام

أبو حامد محمد بن محمد بن محمد الغزالي

(٤٥٠ - ٥٠٥هـ) = (١٠٥٨ - ١١١١م)

Al-Khayyam

- الخيام أو الخيامي

(Omar Khayyam)

أبو الفتح عمر بن ابراهيم الخيامي

النيسابوري

(٤٣٦ - ٥١٧هـ) = (١٠٤٤ - ١١٢٣م)

Avempace

- ابن بلجة الأندلسي

كان بارعا في الرياضيات والفلك،

(١) بروكلمان: ج ٤، ص ٢٢٥.

- عاش في غرناطة وسرقسطة وفاس .
(حوالي ٥٠٠ - ٥٣٤هـ) = (حوالي ١١٠٦ - ١١٣٩م)
Avenzoar - ابن زهر، أبومروان
من عائلة بني زهر الشهيرة، نبغ في الطب .
ولد في اشبيلية
(٤٨٧/٤ - ٥٥٨/٧هـ) = (٩١/١٠٩٤ - ١١٦٢م)
Alcoatim - طبيب مسيحي من أصل مسلم
ازدهر حوالي سنة ٥٩/١١٦٠م في طليطلة .
Alpetragius - البطريركي (البتروقي)
نورالدين أبواسحق
تلميذ ابن طفيل - كتب في الهيئة
(ت: حوالي ٥٨١هـ = ١١٨٥م)
Averroës - ابن رشد
Averroës أبو الوليد محمد بن أحمد بن محمد المالكي
ولد في قرطبة، ونبغ في الفلسفة والطب
(٥٢٠ - ٥٩٥هـ) = (١١٢٦ - ١١٩٨م)
Geber (The Astronomer) - جابر بن أفلح الأندلسي
عالم في الرياضيات والفلك، عاش في اشبيلية
في القرن السادس الهجري .
(ت: ٥٤١هـ = ١١٤٥م)
Maimonides - ابن ميمون
أبو عمران موسى بن ميمون بن عبد الله الإسرائيلي
الأندلسي القرطبي، اشتغل بالطب
(٥٢٩ - ٦٠٥هـ) = (١١٣٥ - ١٢٠٨م)
صاحب «دلالة الحائرين»، وكتاب «الشرائع»
و«شرح أسماء العقار» .

الترجمات اللاتينية للكتب العربية

إن البحوث الأصلية التي قدمها علماء العرب والمسلمين الى العالم هي في الواقع من أهم أسس الحضارة المعاصرة، ولقد ترجمت علوم العرب والمسلمين أول ما ترجمت الى اللغة اللاتينية، وعن هذه الترجمات انتقل العلم العربي الى أوروبا، ومن الكتب الشهيرة التي ظهرت لها ترجمات لاتينية نذكر على سبيل المثال لا الحصر الكتب الآتية:

- «كتاب الحاوي في الطب» لأبي بكر الرازي.

- «كتاب الزيج» - ويحتوي على كتب فلكية - لمحمد بن موسى الخوارزمي، وقد ظهرت ترجمته اللاتينية سنة ١١٢٦م.

- «كتاب الجبر والمقابلة» للخوارزمي أيضا، وقد نشرت ترجمته اللاتينية سنة ١١٤٥م.

- «القانون في الطب» للشيخ الرئيس ابن سينا، وقد ظهرت ترجمته اللاتينية سنة ١٤٧٣م، وظلت هذه الترجمة المرجع الأول في الطب في جامعات أوروبا حتى منتصف القرن السابع عشر.

- «كتاب المناظر» للحسن بن الهيثم، وقد ظهرت ترجمته اللاتينية سنة ١٥٧٣م بعنوان: «الذخيرة في علم الأوبطيقي للهازن»، ولفظ الهازن هو الاسم المحرف للحسن بن الهيثم، وعن طريق هذه الترجمة تعلمت أوروبا علم الضوء.

ولقد ساعدت على وصول علوم العرب والمسلمين الى أوروبا عوامل كثيرة منها حركة التجارة بين الشرق والغرب، والحروب الصليبية (القرن الثاني عشر للميلاد)، ورحلات المثقفين من أوروبا الى بلاد الأمة الإسلامية للوقوف على علوم العرب وثقافتهم، كما ساعد على ذلك أيضا تبادل الحدود بين العرب والأوروبيين لاسيا في اسبانيا.

إن مذكرات كثير من علماء الغرب تتضمن إشارات واضحة الى المؤلفات والمصنفات العربية التي اطلعوا عليها أو كانوا يقتنون نسخا منها في مكتباتهم الخاصة، فإن ليوناردو دافينشي (١٤٥٢ - ١٥١٩م) مثلا قد ذكر في أحد المجلدات^(١) التي خلفها وراءه قائمة بأسماء الكتب التي كان يقتنيها قبل مغادرته لميلانو، وقد جاء فيها اسم كتاب في الصحة للعالم العربي المسلم أبي بكر بن زكريا الرازي مترجما الى اللاتينية.

كذلك وصلت الى ليوناردو دافينشي بحوث الحسن بن الهيثم في الضوء منقولة في كتاب العالم البولوني فيتلو الذي وضعه حوالي سنة ١٢٦٠م، وقد اطلع ليوناردو على هذا الكتاب في مكتبة بافيا سنة ١٤٩٠م.

(١) Codex Atlanticus, 210 r., 225 v. 225 r.b.

وهذا المجلد محفوظ بمكتبة الامبروزيانا بميلانو.

راجع كتاب «عبقريّة ليوناردو دافينشي في الهندسة» للدكتور جلال شوقي، نشر مكتبة الانجلو المصرية بالقاهرة، سنة ١٩٦٤م.

وتدل مذكرات ليوناردو دافينشي مرة أخرى على اطلاعه على بعض مؤلفات الشيخ الرئيس الحسين بن عبد الله بن سينا، ورسائل فيلسوف العرب يعقوب بن اسحاق الكندي (ت: ٨٧٣م).

ثمة مثال آخر هو ما قرره الباحث أنطونيو فافرو من وجود نسخة من ترجمة ريزير اللاتينية لكتاب «المنظرة لابن الهيثم في المكتبة الخاصة بالعالم الإيطالي جاليليو جاليلي (١٥٦٤ - ١٦٤٢م)، وبالتالي فإن جاليليو كان على بينة من أعمال الحسن ابن الهيثم في الضوء وفي الميكانيكا^(١).

إن تأثير علماء العرب والمسلمين على الغرب كان جد عظيم، وإن هذا التأثير البالغ للعلم العربي على الحضارة المعاصرة لن نتحدد معالقه قبل أن تدرس آلاف المخطوطات العربية التي تزخر بها خزانات الكتب العامة والخاصة في كافة أنحاء العالم، تلك الدراسة التي تستلزم منا تضافر الجهود على مستوى الدول ومراكز البحث والمجامع والجامعات والهيئات والأفراد.

الألفاظ العربية تغزو اللغات الغربية

لاشك أن الحضارة العربية الإسلامية قد تركت آثارا وبصمات واضحة ومؤثرة على الحضارة المعاصرة، بل إن كثيرا من الألفاظ العربية قد غزت اللغات الغربية، حيث نجد مئات بل آلاف الألفاظ العربية قد شقت طريقها إلى اللغات الأوروبية، ونشير فيما يأتي إلى بعض أمثلة من مظاهر ذلك العطاء الحضاري.

كلمة «الجبر»

وقد استعملها علماء العرب والمسلمين بمعنى جبر الكميات السالبة إلى كميات موجبة، وقد شقت هذه الكلمة طريقها إلى معاجم العالم للدلالة على هذا العلم الذي أرسى قواعده العلامة العربي «الخوارزمي»، وتتخذ هذه الكلمة الصور الآتية:

Algebra : في اللغة الانجليزية،

Algèbre : في اللغة الفرنسية،

Algebra : في اللغة الألمانية.

كلمة «صفر»

هذه الكلمة العربية تعني الخلاء أو الخلو، وتعبير صفر اليمين غني عن المقال، وهي في المفهوم الرياضي نقطة التحول من الموجب إلى السالب، وكذا بالعكس، وقد تحولت هذه الكلمة فأخذت عدة صور في اللغات المختلفة نبين أشهرها فيما يأتي:

(١) راجع كتاب «تراث العرب في الميكانيكا» للدكتور جلال شوقي، نشر عالم الكتب بالقاهرة، سنة ١٩٧٣م، صفحة ٥٤.

في اللغة اللاتينية

Cifra

Zero

Cyphre

Cyfre

Cipher

في اللغة الانجليزية

Zéro

Chiffre

Cifre

في اللغة الفرنسية

Zepiro

Cifra

في اللغة الايطالية

ولما أدخل جوردانس نيموراريوس^(١) الحساب العربي الى ألمانيا حوالي سنة ١٢٢٥م، ظهرت كلمة الصفر في اللغة الألمانية في لفظ «Cifra»، ثم ما برحت تتحور حتى وصلت الى اللفظ المعاصر «Ziffer».

كلمة «الكيمياء»

يقول محمد بن احمد بن يوسف الخوارزمي الكاتب (ت: ٣٨٧ هـ = ٩٩٧م) في كتابه «مفاتيح العلوم»: «اسم هذه الصناعة «الكيمياء»، وهو عربي، واشتقاقه من كمي يَكْمِي، اذا ستر وانخفى، ويقال كمي الشهادة اذا كتمها».

وهناك من يرجع اصل هذه الكلمة الى الاصل المصري القديم Kmt, Chem بمعنى التربة السوداء، كذا للاصل الاغريقي Chyma.

وقد ظهرت كلمة «الكيمياء» في اللغات الغربية على النحو الآتي:

Alchemy, Chemistry : في اللغة الانجليزية.

Chemie : في اللغة الفرنسية.

Chemie : في اللغة الايطالية.

Chemie : في اللغة الالمانية.

ومن الكلمات العربية - في مجال الكيمياء - التي شقت طريقها الى الغرب، نذكر على سبيل المثال:

(١) Jordanus Nemorarius

الانبيق «جهاز للتقطير» : Limbick, Alembic

الكحول - الخول : Alcohol

القلي (قلوي) خواص قاعدية : Alkali

الجماعة (ملغم : رثيق + معدن) : Amalgam/ Amalgama

نيل - نيلة : Aniline

قندي = سكري : Candy

ألفاظ علم الفلك

إنَّ المشتغلين بعلم الفلك يعلمون تمام العلم أن ألفاظا عديدة من مسميات النجوم والكواكب والأجهزة الرصدية والوصفات الفنية وغيرها مما يندرج تحت لواء الفلك تنحدر من أصول عربية ، ونقدم فيما يأتي بعض أمثلة لذلك^(١) :

- العضادة : في اللغة الانجليزية Alidade

وفي اللغة الألمانية : Alhidade

- المَقْنَطَرَات : Almuqantarar

- النظير : Nadir

(الجهة المقابلة للسمت).

- السَّمْت والجمع سموت Azymuth

(نقطة في الفلك ينتهي إليها الخط الخارج من مركز الأرض على استقامة قامة الشخص).

- الاكليل : Ichil

- القائد : Alkaid

- الكاس : Alkes

- الفرق : Alphirk

- الشهاريخ : Alshamarish

ليس هذا مجال الأفاضة في التدليل على عظم فضل علماء العرب والمسلمين على الحضارة الحديثة ، ولا في تفصيل غزو العلم العربي للغات الغرب ، إذ أن مثل هذا العمل يستغرق ولا شك سنوات عديدة من الدرس والبحث ، وتنتج عنه مجلدات ضخمة لتسجيل انجازات الحضارة العربية الاسلامية ، وإنما قصدنا هنا

(١) راجع كتاب «بساط علم الفلك» للدكتور صروف ، سنة ١٩٢٣م .

الى مجرد الاشارة الى ان علوم العرب تُشكّل أهمّ الدعائم التي قامت عليها الحضارة المعاصرة ، وأن تاريخ العلم لا بد له وان يتوقف طويلا عند الحضارة العربية الاسلامية لكي يقيم منجزاتها تقويها منصفاً ويرد اليها مكانتها المرموقة بين الحضارات ذات التأثير البالغ في مسيرة الحضارة الانسانية .

مصادر التراث العربي

ضمت خزائن الكتب - ابان الحضارة العربية الاسلامية - دور المخطوطات التي حوت أعلى ما وصل إليه الفكر في ذلك الوقت ، وانتشرت خزانات الكتب العامة على رقعة العالم الاسلامي ، نذكر منها على سبيل المثال :

- مكتبة «بيت الحكمة» ببغداد .
- مكتبات النجف الأشرف .
- مكتبات الشام : مكتبة سيف الدولة بحلب ، وأبي الفدا بحماه ، والظاهرية بدمشق .
- مكتبة دار الحكمة بالقاهرة .
- مكتبة الجامع الأزهر الشريف بالقاهرة .
- مكتبات بني عمار بطرابلس .
- مكتبة الجامع الاعظم بالقيروان .
- مكتبة الجامع الكبير بمكناس .
- مكتبة الزهراء بقرطبة .

ولقد تعرضت الأمة الإسلامية لمحن وتقلبات وغزوات وغارات بلغت ذروتها على أيدي التتار بقيادة هولاكو الذي أمر بحرق كنز الكتب العربية في بغداد . انه من المؤسف حقاً ان يضيع او يتلف جانب كبير من التراث العربي ، وما نجا منه وجد طريقه الى خارج الوطن العربي ، حيث نقلت - في عصر العثمانيين - ائمن المخطوطات إلى تركيا لتزدان بها مكتباتها ، كما أن جانباً كبيراً من المخطوطات العربية وصل الى بلاد الغرب في وقت انحدرت فيه الحضارة العربية ، وازدهرت فيه الحضارة الأوروبية ، فنقل الباحثون والمهتمون بكنوز الشرق الشيء الكثير من المخطوطات العربية الى مكتبات الغرب في غفلة من ورثة الحضارة العربية الاسلامية .

وبازدخار مكتبات أوروبا بأهمّات الكتب العربية ، وتزايد الاهتمام بها ، بدأت حركة الاستشراق في القرن التاسع عشر ، وتوالي ظهور دراسات المستشرقين في العلم العربي من أمثال سوتر H. Suter ، وسخاو E. Sachau ، وبروكلمان Brockelmann ، وفيدمان E. Wiedemann ، ومتز Metz ، وكرلو نالينو Carlo Nallino ، وبول كراوس Paul Kraus ، وليتيان Lithmann ، وألدو ميلى Aldo Mieli ، وفؤاد سزكين F.

Sezgin ، وديترش Dietrich ، وسيجريد هونكه Huncke ، وغيرهم . فلا عجب - والحال كذلك من تواجد المخطوطات وتوافر المهتمين بدراستها - أن نقرأ عن تراثنا العربي أول ما نقرأ في كتب المستشرقين ودورياتهم المختصة بتاريخ العلوم .

هذا ويقدر عدد المخطوطات العربية المنتشرة في كافة أنحاء العالم بحوالي مليون مخطوطة عدا النسخ المكررة منها ، وفي الوقت الذي صدرت فيه عن بعض خزائن الكتب العامة فهراس تضم بيانات كاملة ودقيقة عما تحويه من مخطوطات ، فإن الكثير من خزائن الكتب مازالت تفتقر الى مثل هذه الفهارس ، وما من شك في أن النقاب لم يكشف بعد عن آلاف المخطوطات العربية القيمة ، كما وأن تحقيق ودراسة ما نعرف عن وجوده من المخطوطات ما يبرح في أول الطريق .

ولقد صدرت خلال العقدين الأخيرين كتب تبين معالم الطريق الى مصادر التراث العربي في مكتبات العالم شرقه وغربه ، كما صدرت ولائزال تصدر فهراس للمخطوطات العربية .

إن خريطة انتشار المخطوطات العربية في العالم تأخذ رويدا رويدا في الاتضاح ، من ذلك ما نشر منذ بضع سنين عن المخطوطات العربية الموجودة في الاتحاد السوفيتي (جدول ١) ، بيد أننا لا نتوقع أن تكون هذه الاحصائية هي الكلمة الاخيرة في حصر كنوز المعارف العربية الموجودة في الاتحاد السوفيتي ، ولسوف ينكشف وجود مخطوطات عربية في أماكن متفرقة من العالم ، ولعل الصورة تتكامل بشكل أسرع في عصر الثورة المعرفية والمعلوماتية .

قومية التراث العربي

إن تراث الأمة يقع منها موقع القلب من الجسد ، فبدون القلب لا تكون حياة ، وحياة الأمة في نشاطها الحضاري ، وتراثها جزء من هذا النشاط المستمر والجهد المتواصل عبر تاريخ الأمة الطويل .

إن من حق الأجداد علينا أن نعرف ونعي الدور المجيد الذي قامت به الحضارة العربية الاسلامية في إرساء دعائم الحضارة الحديثة ، وإنه لمن الضروري حقا أن نقدم للأجيال الصاعدة صورة واضحة القسماة محددة المعالم للإنجازات العربية الاسلامية ، ولا غرو فهي نسب الأمة وحسبها .

ليست القومية العربية قضية سياسية فحسب ، وإنما هي قضية تاريخ مشترك ، ومصير مشترك ، وتراث مشترك ، ولغة مشتركة ، وقيم مشتركة .

ليست القومية العربية مجرد تحرك سياسي لجمع الشمل وتوحيد الصف وتحقيق الهدف ، وإنما القومية العربية أعمق من هذا المفهوم وأشمل .

إن القومية العربية تعبير عن أمة واحدة وإن تعددت أمصارها ، وتباينت نظمها الاجتماعية والاقتصادية ، هي تعبير عن تكوين واحد وإن اختلفت بعض مظاهره ، وإن صورة هذا التكوين يجب أن

جدول (١)

بيان تقديري بالمخطوطات الموجودة في الاتحاد السوفيتي^(*)

الموقع	العدد التقريبي للمخطوطات العربية	ملاحظات
معهد المخطوطات الأرمنية (القسم العربي) في مدينة أرمينيا	٤٠,٠٠٠	فُهرس منها حوالي الربع
معهد الدراسات الشرقية بمدينة طشقند (بجنوب الاتحاد السوفيتي)	١٦,١٦٩	فُهرس بعضها فقط
كلية اللغات الشرقية بمدينة ليننجراد	١٠,٨٠٠	
معهد باكر بولاية أذربيجان	١٠٠٠٠	مخطوطات ووثائق فُهرس بعضها
معهد داغستان	٣,٠٠٠	كلها مفهرسة
المكتبة العامة بمدينة ليننجراد	١,٥٠٠	
معهد جيورجيا	١,٥٠٠	
مكتبة لينين بمدينة موسكو	٢٠٠	كلها مفهرسة
الكلية الشرقية بجامعة ليننجراد	٢٠٠	
المجموع	٨٣٣٦٩ مخطوطا	

(*) عن الدكتور ميخائيل بتروفسكي (معهد الدراسات الشرقية التابع لأكاديمية العلوم السوفيتية - فرع ليننجراد).
راجع وأخبار التراث العربي - الكويت - إبريل ١٩٨٣ م.

تكون واضحة كل الوضوح، يرسمها تراث الأمة عبر تاريخ طويل وجهد شاق.

لا يكفي أن نرفع شعار القومية العربية من فوق المنابر، وإنما يجب أن ننفذ إلى جذور القومية العربية، وأن نكشف عن أعماقها وأغوارها.

إن الكشف عن الأسس الحضارية للقومية العربية لا يقل أهمية عن النشاط السياسي للتجمع العربي، وإن إحياء التراث العربي يثبت دعائم القومية العربية، ويجلو مفهومها، ويبعث على الاعتزاز بها، والثقة في حاضرها، والتفاؤل في مستقبلها.

العناية بالتراث العلمي العربي

قد يكون التراث العلمي العربي من أروع جوانب تراثنا الحضاري، ومع ذلك فإن نصيبه من الاهتمام كان ولا يزال يسيراً. صحيح أن بعض المستشرقين الفضلاء قد قدموا دراسات قيمة ومنصفة في تراثنا العلمي، إلا أنه لا بد من الاعتراف بأن مسؤولية إحياء التراث العربي تقع في المقام الأول على عاتق أصحاب التراث أنفسهم، ومازلنا بعد في بداية الطريق.

وجدرب بنا أن نشير هنا إلى بعض ما أنجزه علماء العرب والمسلمين في مجال تحقيق ودراسة المخطوطات العلمية العربية، فنذكر بكل تقدير واعتزاز فضل كل من الأستاذ مصطفى نظيف والأستاذ عبد الحميد صبره في أبحاثهما عن الحسن بن الهيثم وتحقيقهما وشرحهما لكتابه «المناظر»، كذلك نذكر جهد الأستاذ علي مصطفى مشرفة والأستاذ محمد مرسي أحمد في تحقيق كتاب «الجبر والمقابلة» للخوارزمي من المخطوطة الوحيدة المحفوظة في مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد، كما نشيد بالكتاب الذي وضعه الأستاذ قنبري حافظ طوقان بعنوان «تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك»، ويضم بين دفتيه سجلاً لعلماء العرب في هذا المجال، وبياناً بأهم منجزاتهم فيه، كما نذكر تحقيقات الأستاذ أحمد سعيد الدمرداش في بعض أعمال أبي الريحان البيروني، ومسعود بن جشيد الكاشي، ومحمود الفلكي.

ونشيد أيضاً بجهود مجموعة من علماء العرب والمسلمين ممن قاموا بدراسات قيمة في التراث العلمي العربي منهم - على سبيل المثال لا الحصر - الأساتذة عمر فروخ، وسيد حسين نصر، وأحمد سعيديان، وعبد السويسي، وحكيم سعيد، ورشدي راشد، وخليل جاويش.

كل هذه ولاشك جهود صادقة وعميقة ومخلصة، بيد أنها محاولات فردية نابعة من علماء أفاضل يؤمنون بالتراث العلمي العربي، ويقدرّون تمام التقدير الأهمية البالغة لإحيائه حتى تتضح معالم الإنجازات العلمية العربية، ويتخذ التراث العربي وضعه الصحيح في تاريخ العلوم.

لقد تعالت ومازالت تتعالى أصوات مؤمنة بتراثنا العلمي، تدعو وتلح في الدعوة إلى مزيد من الاهتمام به. أما أن الألوان بعد أن نظرت إلى هذا التراث على أنه من أهم دعائم القومية العربية، فنقيم معاهد أو مراكز متخصصة في تحقيقه ودراسته على المستوى القومي.

أما حان وقت العمل المثمر الجاد في دعم أسس القومية العربية، وهل تصح قومية دون تراث؟
دعوة نقدمها لكل الشعوب والدول العربية المؤمنة بتراثها، الساعية حقاً الى الذود عن قوميتها، المتطلعة
الى مستقبل مشرق يعيد الأجداد الرائعة الى أصحاب التراث العربي العظيم.
إن تاريخ العلوم لن يستقيم أو يكمل دون التقويم المنصف لمنجزات الحضارة العربية الاسلامية،
حقيقة أوضح من أن يلزمها برهان، أو يقام عليها دليل، حقيقة يقدرها كل من يؤمن بحضارة الانسان، ذلك
المخلوق الذي شرفه الله، فخلقه على صورته، ونفخ فيه من روحه، وعلمه ما لم يعلم.

٣ - تقسيم العلوم عند الأوائل

اهتم علماء العرب والمسلمين منذ بداية حضارتهم بضبط مفاهيم العلوم، وتوصيفها توصيفا مفصلا، وتقسيمها تقسيما دقيقا، ولعل الفارابي^(١) كان من أوائل السباقين في هذا المضمار، إذ ينسب إليه كتاب في إحصاء العلوم نال تقدير أهل العلم في الشرق والغرب على السواء، بما حوى من تعريف وتصنيف وتبويب لكافة العلوم المعروفة عند الأوائل.

تقسيم العلوم عند الفارابي

يقسم الفارابي مصنفه الموسوم «مقالة في إحصاء العلوم» الى خمسة فصول هي :
الفصل الأول : في علم اللسان وأجزائه من اللغة والنحو والصرف وغيرها،

الفصل الثاني : في علم المنطق وأجزائه، وعن هذا العلم يقول المصنف الفاضل هو «الصناعة التي نستفيد منها قوة نقف بها على ما هو حق ييقن، وما هو باطل ييقن».

الفصل الثالث : في علم التعاليم، ويقصد به العلم الرياضي، وينقسم عند الفارابي الى سبعة أجزاء عظمى هي :

- ١ - علم الأرقامطيقي، أو علم العدد.
- ٢ - علم الجومطريا، أو علم الهندسة (بحسب كتاب «الأصول» لأقليدس).
- ٣ - علم المناظر، أي علم البصريات، أو علم دراسة الضوء.
- ٤ - علم النجوم، ويعرف بهذا الاسم علمان : أحدهما علم أحكام النجوم أو علم التنجيم، والثاني علم النجوم التعليمي، أو الأسطرونوميا، أو علم الهيئة (هيئة السماء)، أو علم الفلك، وهو الذي يدخل في عداد علم التعاليم.
- ٥ - علم الموسيقى النظري بأجزائه العظمى الخمسة.
- ٦ - علم الأثقال من حيث النظر في تقديرها بالموازين، والنظر في الآلات والوسائل المستخدمة في معالجتها من رفع وتحريك ونقل.
- ٧ - علوم الحيل، وتشمل الحيل العديدة، والحيل الهندسية وهي كثيرة، وهي عموما صناعة الآلات التي تنشأ لتحقيق أغراض معينة.

(١) هو فيلسوف العرب والعلم الثاني (بعد أرسطو) أبو نصر محمد بن محمد بن طرخان، وينتمي الى ولاية «فاراب» مسقط رأسه في بلاد الترك فيما وراء النهر، ومن ثم سمي بالفارابي، عاش في الفترة : (٢٥٩ - ٣٣٩هـ) = (٨٧٢ - ٩٥٠م).

الفصل الرابع : في العلم الالهي والعلم الطبيعي

أما العلم الالهي فإراد به ما وراء الطبيعة ، أو الميتافيزيقا ، وهو كله في كتاب أرسطو «فيا بعد الطبيعة» .
وأما العلم الطبيعي أو الفيزيقي ، فإنه ذلك العلم الذي يبحث في الأجسام الطبيعية والصناعية ، من حيث موادها وأشكالها وسلوكها وأعراضها ومراتبها وكيفيةاتها الخ .
يعرض الفارابي في هذا الفصل لكتب أرسطو المعروفة في هذا المجال ، وتضم الكتب الآتية في العلم الطبيعي :

- ١ - السماع الطبيعي .
- ٢ - السماء والعالم .
- ٣ - الكون والفساد .
- ٤ - الآثار العلوية .
- ٥ - كتاب المعادن .
- ٦ - كتاب النبات .
- ٧ - كتاب الحيوان .
- ٨ - كتاب النفس .

الفصل الخامس : ويشتمل على ثلاثة علوم هي :

- ١ - العلم المدني ، ويقصد به علم الأخلاق وعلم السياسة ، ويشير الفارابي هنا الى كتاب «الجمهورية» لأفلاطون ، وكتاب «السياسة» لأرسطو .
 - ٢ - علم الفقه ، وهو العلم الذي يمكن من استنباط الأمور من الأصول ، أي تقدير شيء لم يسبق تحديده استنادا الى الأشياء التي جاءت عند واضع الشريعة مقدرة محددة .
 - ٣ - علم الكلام ، وهو العلم الذي تصير به نصره الآراء التي يستعملها الفقيه أصولا دون أن يهدف ذلك الى استنباط أشياء أخرى ، ويشتمل علم الكلام على استخدام الحجج والبراهين لإبطال الأقاويل المخالفة .
- هذا بيان الفصول الخمسة التي أشار اليها الفارابي في مؤلفه القيم «مقالة في إحصاء العلوم» ، وعن هذا الكتاب يقول الفارابي في صدر تعريفه : «وهذا الكتاب يقدر الانسان على أن يقايس بين العلوم ، فيعلم أيها أفضل ، وأيها أنفع ، وأيها أتقن وأوثق وأقوى ، وأيها أوهن وأوهى وأضعف . . .» .
- ولقد ظل هذا التقسيم للعلوم سائدا لعدة قرون ، فنجد مثلا يكاد يحافظ على طابعه تماما عند إخوان الصفا في القرن ٤هـ = القرن ١٠م ، كما يبين ذلك من شكل (١/ب) .



شكل (١/ب)
تقسيم العلوم عند الأرسطى (عند إخوان الصفا مثلاً)

الحيل الهندسية عند الفارابي

يعرض أبونصر الفارابي في مقالته في إحصاء العلوم للحيل الهندسية، وهو موضوع عظيم الأهمية في دراستنا الحالية، فيسوق أمثلة من هذه الحيل على النحو الآتي:

«ومنها الحيل الهندسية، وهي كثيرة:

منها: صناعة رياسة البناء،

ومنها: الحيل في مساحة أصناف الأجسام،

ومنها: حيل في صناعة آلات نجومية، وآلات موسيقية، وإعداد آلات لصنائع كثيرة عملية، مثل القسي، وأصناف الأسلحة،

ومنها: الحيل المناظرية في صناعة آلات تسد الابصار نحو إدراك حقيقة الأشياء المنظور إليها، البعيدة منها، وفي صناعة المرايا، وفي الوقوف من المرايا على الأمكنة التي ترد الشعاعات بأن تعطفها أو تعكسها أو تكسرهما. .

ومن ها هنا أيضا يوقف على الأمكنة التي ترد شعاعات الشمس الى أجرام آخر، فتحدث من ذلك صناعة المرايا المحرقة والحيل فيها.

ومنها: حيل في صناعة أوان عجيبة، وآلات لصنائع كثيرة.

فهذه وأشبابها هي علوم الحيل، وهي مبادئ الصناعات المدنية العملية التي تستعمل في الأجسام والأشكال والأوضاع والترتيب والتقدير، مثل الصنائع في الأبنية والتجارة وغيرها.

فهذه هي التعاليم وأصنافها».

هندسة الأشكال

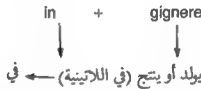
مدخل: تعريف وتقسيم

لعلنا - ونحن في بدء حديثنا عن الهندسة - أن نرد هذا اللفظ الى كلمة «هنداز» أو «إنداز» بمعنى معيار ومقياس، ومنها كلمة «المهندز»، وهو الذي يقدر مجاري القنى والأبنية، وتنحدر هذه الألفاظ من أصل فارسي. ولما كان كلام العرب لا يقبل زايا تتقدمها دال، صيروا الزاي سينا، فقالوا «مهندس»، والاسم «هندسة»، فالكلمة إذن معربة وترتبط بالقياس.

وتطلق كلمة هندسة على تكوين الأشكال والأسطح والمجسات، وهو المجال الذي يطلق عليه في الغرب «Geometrie»، «Geometry» ويرجع في أصله الى كلمة «جوميترىا» أو «جيوميترىا»، وهي الكلمة الاغريقية التي كان يستعملها الاغريق للدلالة على هذا النوع من النشاط الفكري ضمن إطار الرياضيات، وقد أخذها العرب كما هي في بداية حضارتهم قبل أن يبدلوا بها كلمة «هندسة».

ثمة مجال آخر تطلق عليه «هندسة»، ويقصد به ما يعرف في الغرب بكلمة «Engineering» وهو مجال التأصيل والتطبيق في بناء الأشياء وتشغيلها واستغلالها والتحكم فيها وتسخيرها لتحقيق أغراض مادية، ويتضمن ذلك الاستفادة من المصادر الطبيعية وتطويعها لخدمة الإنسان والمجتمع، وينقسم هذا المجال الى تخصصات عديدة منها الهندسة العسكرية، والهندسة المدنية، والهندسة الميكانيكية، والهندسة الكهربائية، والهندسة الكيميائية وغير ذلك.

وسوف نعرض في هذه الدراسة لكلا المجالين، أقصد هندسة العلم الرياضي (Geometry)، وهندسة الصنائع أو صناعة الهندسة (Engineering)، وذلك في الحضارة الاسلامية. ولعل من المناسب أن نشير هنا الى أن كلمة (Engineering) مأخوذة من كلمة (Engine)، وكان يقصد بها (an ingenious Device) أي وسيلة مبتكرة أو ذكية أو عبقرية، إذ أن كلمة «ingenious» تأتي من:



أي أن الأفكار الذكية أو الناجية تتولد في ذهن الرجل العبقرى، وبالتالي فكل كلمة Engineering قصد بها مجال الفكر المبدع.

تقسيم الهندسة

قسم علماء العرب والمسلمين مجال «الهندسة» الى قسمين ظلا يتداولان على هذا النحو طيلة الحضارة الاسلامية، وهما:

١ - الهندسة العقلية

وهي التي تعرف وتفهم، أو هي التي تسمى «الهندسة النظرية»، وتدخل في نطاق العلم الرياضي.

٢ - الهندسة الحسية أو المادية أو العملية

وهي التي ترى بالعين، وتدرك باللمس، ويفاد منها عمليا، أي الهندسة التطبيقية.

فبينما تقع أصولها في علم الميكانيكا (المخانيقا) أو «علم السكون والحركة»، ويرد ذكره في جملة العلم الطبيعي، تدخل تطبيقاتها العملية فيما أسماه العرب «بعلم الحيل»، مثل كيفية الاحتياال لجراً أو لرفع الأجسام الثقيلة، أو لرفع الماء الى جهة العلو، أو لتوليد الحركة (القدرة)، أو لمعرفة ساعات الليل والنهار، وما الى ذلك من آلات وأدوات تبني للفائدة أو للتسلية.

وتتضمن الهندسة الحسية أيضا الصناعات المختلفة كصناعة البناء، وعمارة المساكن والمساجد والمرافق، وشق القنوات، وما الى ذلك من أعمال التعمير.

ويقول إخوان الصفا (من القرن ٤هـ = القرن ١٠م) في الرسالة الثانية من القسم الرياضي (الموسومة بـجيموطريا في الهندسة وبيان ماهيتها)^(١) :
«فاعلم يا أخي ، أيدك الله وإيانا بروح منه ،

أن النظر في الهندسة الحسية يؤدي الى الخلق في الصنائع العملية كلها،
والنظر في الهندسة العقلية يؤدي الى الخلق في الصنائع العلمية . . »

ولعله من المناسب - في هذه الدراسة - أن نطلق على النوع الأول من الهندسة - نظرا لطبيعته - «هندسة الأشكال»، وهي هندسة - في مجملها - ساكنة، وتقابل كلمة (Geometry) في الغرب .

أما النوع الثاني والمقابل للكلمة (Engineering) فربما كان من الأوفق أن نسميه «هندسة الحركات»، أو «هندسة الأفعال» أو «هندسة العمليات»، وهي هندسة تقوم أساسا على الحركة والتغير.

وبينا يحدد شكل (١) موقع العلوم والمعارف الهندسية على خريطة «العلوم الفلسفية»، يعرض شكل

(٢) لفروع الهندسة بشقيها، أعني :

هندسة الأشكال، (الهندسة الساكنة).

هندسة الحركات، (الهندسة الحركية).

الهندسة عند المتأخرين

لعله من المناسب هنا أن نعرض بالإشارة الى مفهوم الهندسة عند علمائنا المتأخرين، فنسوق هنا بعض

أقوال محمد علي الفاروقي التهانوني (من القرن ١٢هـ = ١٨م) في الهندسة، وذلك في كتابه الموسوم : «كشاف اصطلاحات الفنون»^(٢) :

علم الهندسة

هو من أصول الرياضي، وهو: علم يبحث فيه عن أحوال المقادير من حيث التقدير، على ما في شرح

أشكال التأسيس .

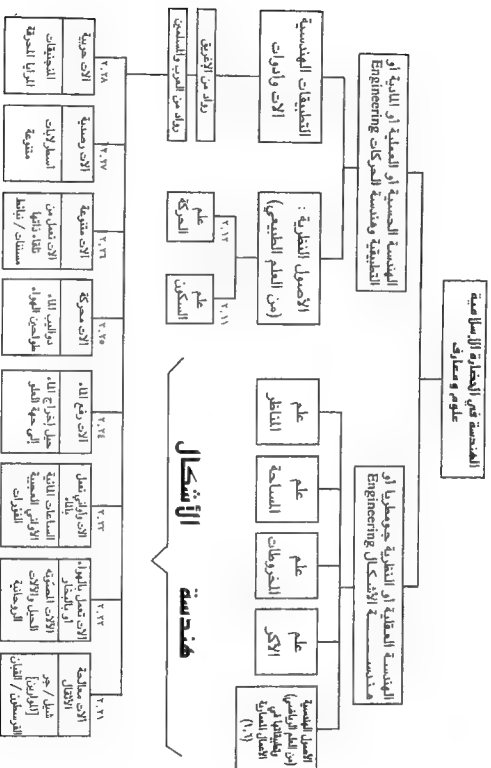
فقوله: من حيث التقدير، أي لا من حيث كون المقدار موجودا أو معدوما، عرضا أو جوهرًا ونحو ذلك .

والهندسة معرب إندازه، فأبدلت الألف الأولى بالهاء والزاي بالسين، وحذفت الألف الثانية فصارت

هندسة، ووجه التسمية ظاهر.

(١) كتاب «رسائل إخوان الصفا وخلان الوفاء»، طبعة دار صادر ودار بيروت، سنة ١٣٧٦هـ = ١٩٥٧م، المجلد الأول، صفحة ١٠١ .

(٢) الجزء الأول، سنة ١٣٨٢هـ = ١٩٦٣م، الصفحات: ٦٤ - ٦٦ .



شكل (١٧) تقسيم العلوم والمعارف الهندسية إلى هندسة عقلية ونظرية (جوهرياً)، وهندسة حسية أو عملية أو تطبيقية.

وموضوعه: «المقدار الذي هو الكم المتصل من حيث التقدير».

وفي إرشاد القاصد للشيخ شمس الدين:

«المهندسة هو علم تعرف به أحوال المقادير ولواحقها، وأوضاع بعضها عند بعض، ونسبها وخواص أشكالها، والطرق إلى عمل ما سبيله أن يعمل بها، واستخراج ما يحتاج إلى استخراجها بالبراهين اليقينية. وموضوعه: المقادير المطلقة، أعني الجسم التعليمي، والسطح، والخط، ولواحقها من الزاوية والنقطة والشكل.

وأما العلوم المتفرعة عليه فهي عشرة:

(علم عقود الأبنية) و(علم المناظر) و(علم المرايا المحرقة) و(علم مراكز الأثقال) و(علم المساحة) و(علم إنباط المياه) و(علم جر الأثقال) و(علم البنكومات) و(علم الآلات الحربية) و(علم الآلات الروحانية). وذلك لأنه إما يبحث عن إيجاد ما يترهن عليه في الأصول الكلية بالفعل أولاً، والثاني: إما يبحث عما ينظر إليه أولاً، الثاني علم عقود الأبنية، والباحث عن المنظور إليه إن اختص بانعكاس الأشعة فهو علم المرايا المحرقة، وإلا فهو علم المناظر، وأما الأول، وهو ما يبحث عن إيجاد المطلوب من الأصول الكلية بالفعل، فإما من جهة تقديرها أولاً، والأول منها إن اختص بالثقل، فهو علم مراكز الأثقال، وإلا فهو علم المساحة، والثاني منها: فإما إيجاد الآلات أولاً، الثاني علم استنباط المياه، والآلات إما تقديرية أو لا، والتقديرية إما ثقيلة وهو جر الأثقال، أو زمانية، وهو علم البنكومات، والتي ليست تقديرية، فإما حربية أو لا، الثاني علم الآلات الروحانية، والأول علم الآلات الحربية، فنرسم هذه العلوم على الرسم المتقدم.

علم عقود الأبنية

وهو علم تتعرف منه أحوال أوضاع الأبنية، وكيفية شق الأنهار وتنقية الفنى، وسد البشوق، وتنفيذ المساكن، ومنفعته عظيمة في عمارة المدن والقلاع والمنازل، وفي الفلاحة.

علم المناظر

وهو علم تتعرف منه أحوال المبصرات في كميتها وكيفيةها، باعتبار قربها وبعدها عن الناظر، واختلاف أشكالها وأوضاعها، وما يتوسط بين الناظر والمبصرات، وعلل ذلك. ومنفعته: معرفة ما يغلط فيه البصر عن أحوال المبصرات، ويستعان به على مساحة الأجرام البعيدة، والمرايا المحرقة أيضاً.

علم المرايا المحرقة

وهو علم تتعرف منه أحوال الخطوط الشعاعية المنعطفة والمنعكسة والمنكسرة ومواقعها وزواياها ومراجعتها، وكيفية عمل المرايا المحرقة بانعكاس أشعة الشمس عنها، ونصبها ومحاذاتها، ومنفعته بليغة في

محاصرات المدن والقلاع .

علم مراكز الأثقال

وهو علم تتعرف منه كيفية استخراج مركز ثقل الجسم المحمول، والمراد بمركز الثقل حد في الجسم عنده يتعادل بالنسبة الى الحامل، ومنفعته كيفية معادلة الأجسام العظيمة بها هو دونها لتوسط المسافة .

علم المساحة

وهو علم تتعرف منه مقادير الخطوط والسطوح والأجسام، وما يقدرها من الخط والمربع والمكعب، ومنفعته جلية في أمر الخراج، وقسمة الأرضين، وتقدير المساكن وغيرها .

علم استنباط المياه

وهو علم تتعرف منه كيفية استخراج المياه الكامنة في الأرض وإظهارها، ومنفعته إحياء الأرضين الميتة وإفلاحها .

علم جر الأثقال

وهو علم تُبين منه كيفية جر الآلات الثقيلة، ومنفعته نقل الثقل العظيم بالقوة اليسيرة .

علم البنكومات

وهو علم تُبين منه كيفية إيجاد الآلات المقدرة للزمان، ومنفعته معرفة أوقات العبادات، واستخراج الطوالع من الكواكب، وأجزاء فلك البروج .

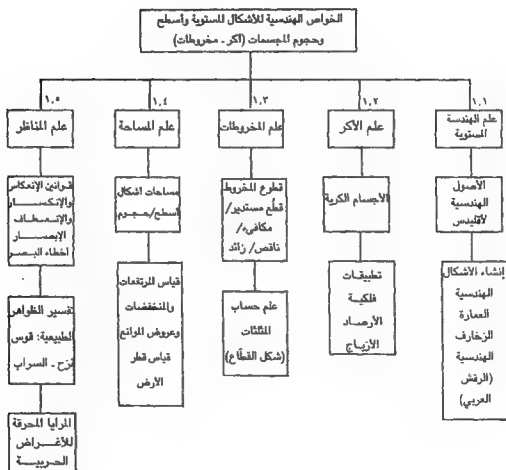
علم الآلات الحربية

وهو علم تُبين منه كيفية إيجاد الآلات الحربية كالمجانيق وغيرها، ومنفعته شديدة الغناء في دفع الأعداء وحماية المدن .

علم الآلات الروحانية

وهو علم تُبين منه كيفية إيجاد الآلات المرتبة على ضرورة عدم الخلاء ونحوها، من آلات الشراب وغيرها . ومنفعته ارتياض النفس بغرائب هذه الآلات .
انتهى .»

من هذه النصوص يتبين أن «الهندسة» كانت تُطلق بالفعل على كل من «هندسة الأشكال» (الجومطريا) وفروعها المختلفة: الأصول والأكر والمخروطات والمساحة والمناظر، كما كانت تُطلق أيضا على «هندسة الحركات» (Engineering) بجوانبها النظرية والتطبيقية من آلات ومعدات. وبينما تتبع هندسة الأشكال العلم الرياضي، تنتمي هندسة الحركات للعلم الطبيعي كما هو مبين بشكل (٢).



شكل (٣)
علم الهندسة وفروعه وتطبيقاته في الحضارة الإسلامية

الهندسة العقلية أو الهندسة النظرية

- مدخل : تعريف وتقسيم

يُبيّن شكل (٣) فروع الهندسة المختصة بالأشكال، والتي أطلق عليها العرب تسمية :
جومطريا، أو الهندسة العقلية، أو الهندسة النظرية.

ونفضل أن نطلق عليها تسمية «هندسة الأشكال» حيث إنها تختص بالمجال الذي يبحث في الخواص الهندسية للأشكال المستوية ولأسطح وحجوم المجسمات كالكرة والأسطوانة والمخروط والمكعب وما إليها، وذلك من ناحيتي الأسس والتطبيقات في الحياة العامة، ويضم هذا الجانب من «الهندسة» خمسة فروع هي :
١، ١ - علم الهندسة المستوية وتطبيقاته في إنشاء الأشكال الهندسية، كذا في مجال العمارة، والزخارف الهندسية، والخطوط.

١، ٢ - علم الأكر، وتطبيقاته في مجال الفلك.

١، ٣ - علم المخروطات، وتطبيقاته في حساب المثلثات، وفي حل المعادلات الرياضية.

١، ٤ - علم المساحة وتطبيقاته في تحديد الملكيات، وقياسات الارتفاعات والعروض، والقياسات الكونية.

١، ٥ - علم المناظر وتطبيقاته في تفسير الظواهر المرئية، وعمل المرايا المحرقة وما إلى ذلك.

١، ١ - الأصول الهندسية

يُعرّف ابن خلدون^(١) «العلوم الهندسية»^(٢)، فيقول في مقدمته^(٣) : «هذا العلم هو النظر في المقادير :
- إما المتصلة كالخط والسطح والجسم.

- وإما المنفصلة كالأعداد، وما يعرض لها من العوارض الذاتية مثل أن كل مثلث فزاياه مثل قائمتين، ومثل أن كل خطين متوازيين لا يلتقيان في وجه، ولو خرجا إلى غير نهاية . .

١، ١، ١ - كتاب «الأصول» أو «الأركان»

والكتاب المشهور في هذا العلم هو كتاب أقليدس (٣٣٠ - ٢٧٥ ق. م)، ويسمى : «كتاب الأصول»
أو «كتاب الأركان».

ولعله أول ما ترجم من كتب الاغريق، أيام أبي جعفر المنصور^(٤)، وقد اختلفت ترجماته مع اختلاف
الترجمين، ومنهم :

(١) عاش في الفترة من ٧٣٢ إلى ٨٠٨ هـ = (١٣٣٢ - ١٤٠٦ م)

(٢) يقصد بها الجومطريا : Geometry

(٣) طبعة دار الفكر، صفحة : ٤٨٥.

(٤) أبو جعفر المنصور العبّاسي، تولى الخلافة من سنة ١٣٦ إلى سنة ١٥٧ هـ = (٧٥٤ - ٧٧٥ م)

- ١ - الحجاج بن يوسف بن مطر (١٧٠ - ٢٢٠ هـ) = (٧٨٦ - ٨٣٥ م).
 - ٢ - ثابت بن قرة الحراني الصابي (٢٢١ - ٢٨٨ هـ) = (٨٣٥ - ٩٠٠ م).
 - ٣ - حنين بن اسحق العبادي (١٩٤ - ٢٥٩ هـ) = (٨٠٩ - ٨٧٣ م).
- وقد قام الحجاج بن يوسف بن مطر بالترجمة والتعليق على «كتاب الأصول» لأقليدس مرتين على النحو الآتي :

- الترجمة الأولى وسميت «بالنقل الماروني»

- الترجمة الثانية وعرفت «بالنقل المأموني».

اذ تمت الترجمة الأولى في عهد هارون الرشيد بينما تمت الثانية في عهد الخليفة المأمون (١٩٨ - ٢١٨ هـ) = (٨١٣ - ٨٣٣ م).

كذلك قام نصير الدين الطوسي (٥٩٧ - ٦٧٢ هـ) = (١٢٠١ - ١٢٧٤ م) بتحرير كتاب أقليدس.

محتويات كتاب أقليدس^(١)

يشتمل كتاب الأصول لأقليدس على خمس عشرة مقالة بيانها كما يأتي :

- أربع مقالات في السطوح.

- مقالة واحدة في الأقدار المتناسبة.

- مقالة واحدة في نسب السطوح بعضها الى بعض.

- ثلاثة مقالات في العدد.

- مقالة واحدة في المنطقات والقوى على المنطقات، ومعناه الجذور.

- خمس مقالات في المجسمات.

هذا ويحتوي كتاب الأصول على قرابة ٤٦٥ نظرية، فضلا عن مُسلّمات خمس عامة، ومُسلّمات خمس خاصة^(٢).

ومن الكتب المنسوبة لإقليدس :

«كتاب المعطيات في الهندسة»^(٣)

عُربه اسحق بن حنين^(٤) ، وأصلحه ثابت بن قرة ، وحرره نصير الدين الطوسي ، ويشتمل على ٩٥

شكلا.

(١) كتاب «العلوم الرياضية في الحضارة الاسلامية» للدكتور جلال شوقي والدكتور علي الدقاع، نشر جون وايلي بأمريكا، سني ١٩٨٤، ١٩٨٦م، الجزء الثاني، صفحة ٥٦.
(٢) راجع «كشف الظنون»، صفحة: ١٤٦٠.
(٣) توفي حوالي سنة ٢٩٨ هـ = ٩١٠ م.

ومن كتب الاغريق في الهندسة :

«كتاب الماخوذات»^(١)

في أصول الهندسة ، لأرشميدس المصري المهندس ، ترجمه ثابت بن قرة ، وتفسيره للأستاذ أبي الحسن علي بن أحمد النسوي «كان حياً سنة ٤٢١ هـ = ١٠٣٠ م» .

ويشتمل هذا الكتاب على ١٥ شكلاً ، حرره نصير الدين الطوسي ، وقد أضافها المحدثون الى جملة المتوسطات .

وعمل أبو سهل الفوهي أو الكوهي^(٢) «وكان حياً سنة ٣٨٠ هـ = ٩٩٠ م» مقالة سبأها : «تزيين كتاب أرشميدس في الماخوذات» .

ومن أعمال أرشميدس المصري أيضاً^(٣) :

١ - «كتاب مساحة الدائرة وتكسيورها» .

٢ - «كتاب المثلثات» .

٣ - «كتاب المسبّع في الدائرة» .

٤ - «مقالة في المفروضات» .

١ ، ١ ، ٢ من أعمال العرب والمسلمين في الهندسة

١ - «كتاب المفروضات»^(٤)

لثابت بن قرة الخوافي الصابي (٢٢١ - ٢٨٨ هـ) = (٨٣٥ - ٩٠٠ م) .

ويضم الكتاب ٣٦ شكلاً ، وفي بعض النسخ ٣٤ شكلاً ، وقد قام بتحريه نصير الدين الطوسي .

٢ - كتاب «ما يحتاج إليه الصانع من علم الهندسة»^(٥)

لأبي الوفاء محمد بن محمد البوزجاني (٣٢٨ - ٣٨٨ هـ) = (٩٤٠ - ٩٩٨ م) ، وهو كتاب يتناول الاشياءات او العمليات الهندسية ، وقد عُرفت في الغرب باسم : Geometric Constructions ، ويدل هذا الكتاب على اهتمام علماء العرب والمسلمين بالجوانب التطبيقية للأصول الهندسية .

ويضم الكتاب ثلاثة عشر باباً ، تبدأ باستخدام أدوات رسم هندسي ثلاث هي :

(١) راجع «كشف الظنون» ، صفحة : ١٤٥٥ .

(٢) هو أبو سهل ويكنى بن رستم

(٣) راجع «كشف الظنون» ، صفحات : ١٤٥٦ ، ١٤٥٨ .

(٤) راجع «كشف الظنون» صفحة ١٤٦١ .

(٥) صدر بتحقيق وتقديم الدكتور صالح احمد العلي سنة ١٩٧٩ م ، عن مركز إحياء التراث العلمي العربي بجامعة بغداد ، في ١٧٨ صفحة .

١ - المسطرة: «وتستعمل فيها قصر من الرسوم والخطوط» (أي لرسم الخطوط المستقيمة، باعتبار أن الخط المستقيم أقرب مسافة بين نقطتين).

٢ - البركار: «لرسم المذوّرات، وقسمة الأعمال، وأخذ المقادير المتساوية».

٣ - الكونيا: «فهي زاوية قائمة ومحتاج إليها في تربيعة المواضع، وإصلاح الزوايا للأبنية، واستخراج التقويس بضرب الخيوط، وغيرها من الأعمال التي لا تتم إلا بها».

ويمثل هذا الكتاب حال المعارف الهندسية حتى القرن الرابع الهجري «القرن العاشر الميلادي»، ويعرض لما نسميه اليوم بالعمليات الهندسية، أو إن شئت لمبادئ الرسم الهندسي، حيث تبدأ بالعمليات الأساسية (٣٤ عملية)، ثم يتوقف عند عمل المرأة المحرقة، قبل أن يمضي إلى بيان عمل الأشكال متساوية الأضلاع بدءاً بالثلث وانتهاءً بالعشر المنتظم.

يعرج الكتاب بعد ذلك إلى بيان عمل الأشكال في الدوائر «أي في داخلها»، وعمل الدائرة على الأشكال (أي من خارجها)، وعمل الأشكال بعضها في بعض، وقسمة المثلثات، وقسمة المربعات وتآليفها، وقسمة الكرة، وقسمة الأشكال مختلفة الأضلاع، وكيفية رسم الدوائر المتتامة.

هذا ويضم الكتاب ١٧٦ شكلاً هندسياً، ولا شك أن مثل هذه الانشاءات الهندسية كانت ركيزة أساسية في العبارة الإسلامية، وفي الزخارف العربية المعروفة بفن الرُقش العربي Arabesque في شِقّه الذي يقوم على الأشكال والخلفيات والجوانبيات الهندسية.

٣ - كتاب الهندسة^(١)

وهو كتاب كبير لأبي القاسم إصبع بن محمد الغرناطي المهندس «المتوفى سنة ٤٢٦ هـ = ١٠٣٤ م».

٤ - «كتاب استخراج الأوتار في الدائرة بخواص الخط المنحني فيها»

لأبي الرّيحان محمد بن أحمد البيروني «٣٦٢ - ٤٤٣ هـ = ٩٧٣ - ١٠٥١ م». ويعرض فيه لحلّ مشاكل هندسية.

٥ - كتاب الهندسة^(٢)

لأبي الصلت أمية بن عبدالعزيز الأندلسي «المتوفى سنة ٥٢٩ هـ = ١١٣٤ م».

(١) «كشف الظنون»، صفحة: ١٤٧٢.

(٢) نفس المرجع السابق.

١،١،٣ - بعض فضل العرب والمسلمين في الأصول الهندسية

إن الاغريق قد برعوا تماماً في القضايا الهندسية الى حد لم يبق معه زيادة لمستزيد، وقد كان للعرب فضل نقل هذا العلم وفروعه الى اللسان العربي، ودراسته دراسة مستفيضة تمثلت فيما كتب عليه من شروح مبسطة ومتوسطة وموجزة، والاثيان ببراهين اضافية للنظريات الهندسية، وبالتالي يرجع الى علماء العرب والمسلمين فضل حفظ هذا التراث من الضياع، وقد نقلت هذه المعارف الى اللغة اللاتينية، وظل الغرب يتدارسها - عن هذه الترجمات - حتى عشر عام ١٥٨٣ م على نسخة اغريقية من كتاب اقليدس.

لقد اهتم علماء العرب والمسلمين اهتماماً بالغاً بالأصول الهندسية التي نقلوها عن الاغريق، وتم لهم استيعابها استيعاباً تاماً، وقاموا بتطبيقها في مجال البناء والعمارة والرقيش، كذا في دراساتهم الفلكية.

إنه فضلاً عن حفظ تراث الاغريق في الهندسة، فقد قدم علماء العرب والمسلمين اضافات ذات بال في هذا المجال نذكر منها - على سبيل المثال لا الحصر - ما يأتي^(١):

- ١ - تأسيس ما نعرفه اليوم بالهندسة التحليلية^(٢)، حيث قدم قسطا بن لوقا البعلبكي (٢٠٥ - ٣٠٠هـ) = (٨٢٠ - ٩١٢م) حلاً هندسياً^(٣) لطريقة استخراج المجهولات بطريق حساب الخطأين، ويتضمن تمثيل المتغيرات بطريق احداثيين متعامدين، وهذه هي اللبنة الأولى في علم الهندسة التحليلية، وذلك قبل رينيه ديكارت René Descartes (١٥٩٦ - ١٦٥٠م) بأكثر من سبعة قرون.
- ٢ - تعميم نظرية فيثاغورس (٥٨٤ - ٤٩٥ ق.م) لثابت بن قرة الحراني الصابي (٢٢١ - ٢٨٨هـ) = (٨٣٥ - ٩٠٠م).
- ٣ - طريقاً محمد بن موسى الخوارزمي (ت: ٢٣٦هـ = ٨٥٠م) وأبي الريحان محمد بن احمد البيروني (٣٦٢ - ٤٤٣هـ) = (٩٧٣ - ١٠٥١م) لحساب مساحة المثلث بمعرفة أطوال أضلاعه.
- ٤ - قانون الكرنح^(٤) (ت: ٤٠٧هـ = ١٠١٦م) لايجاد مساحة الشكل الرباعي.
- ٥ - المصادرة الخامسة من مصادرات اقليدس (فرضية التوازي) للحسن بن الهيثم (٣٥٤ - ٤٣٠هـ) = (٩٦٦/٨ - ١٠٣٩م)، وعمر الخيامي (ت: ٥١٧هـ = ١١٢٣م) ونصير الدين الطوسي (٥٩٧ - ٦٧٢هـ) = (١٢٠١ - ١٢٧٤م).
- ٦ - خواص التناسب للحسن بن الهيثم.

(١) كتاب العلوم الرياضية في الحضارة الاسلامية للدكتور جلال شوقي والدكتور علي الدفّاع، نشر دار جون وايلي بأمريكا، سني ١٩٨٤، ١٩٨٦م، الجزء الثاني، الباب السادس.
(٢) المرجع السابق، الجزء الأول، صفحة: ٢٨٥.
(٣) مخطوط مكتبة جامعة استانبول (أيا صوفيا سابقاً) رقم: ٢١١٨.

٧ - قياسات محيط الكرة الأرضية لبني موسى بن شاكرو، وسند بن علي، وقاضي زاده الرومي (ت: ٧٤٥ هـ = ١٣٤٥/٤م) وغيرهم.

٨ - اضافات في حساب المساحات والحجوم.

٩ - استخدام القطوع في الحلول الهندسية لمعادلات الدرجة الثالثة لعمر الخيامي.

١٠ - حساب النسبة التقريبية، أي نسبة محيط الدائرة الى قطرها، ويرمز لها بالحرف ط أو π وذلك بدقة فائقة لغياث الدين جمشيد بن مسعود الكاشي (ت: ٨٣٩ هـ = ١٤٣٦م) كما وردت في مؤلفه «الرسالة المحيطية»^(١).

١١ - إنشاء أو تأسيس علم «حساب المثلثات» على يد العالم المحقق نصير الدين الطوسي في كتابه «شكل القطاع»، ومن ثم يرجع الفضل لعلماء العرب والمسلمين في ارساء قواعد:

أ - حساب المثلثات المستوية أو المسطحة.

ب - حساب المثلثات الكروية، وهو الحساب الذي لا غنى عنه في دراسات علم الهيئة أو الفلك.

ويعتبر علم «حساب المثلثات» علما عربيا خالصا بدأ بالوقوف على الحساب البسيط للأقواس عند الاغريق، والحساب المحدود للجيب عند الهند.

١، ١، ٤ - انتقال علم الهندسة الى الغرب

لم تكن الاصول الهندسية معروفة لدى الغرب إلا من خلال الترجمات العربية لها، ولقد استمر هذا الوضع قائما حتى القرن ٤ هـ = القرن ١٠م، حين كتب سلفستر الثاني «الذي تم تنصيبه بابا سنة ٩٧٩م» مقالة باللاتينية في الهندسة، كذلك قام أديلارد المتسمي الى باث (Adelard of Bath) بكتابة مقالة باللاتينية في الهندسة، وذلك في أوائل القرن ١٢م، وكان أديلارد هذا متقنا للغة العربية، وتمكننا فيها، وكان قد تلقى دروسا فيها بمدارس قرطبة واشبيلية وغرناطة، وقد بقيت هاتان المقتان اللاتينيتان تدرسان في مدارس الغرب حتى سنة ١٥٨٣م، حين اكتشف الاصل الاغريقي لكتاب الاصول أو الاركان لاقليدس.

١، ٢ - علم الأكر

والأكرة - في القاموس - لغة في الكرة، ويهتم هذا الفرع من فروع الهندسة بسطوح الأكر وقطوعها، ويعرفه حاجي خليفة^(٢) في كتابه الموسوم «كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون» بقوله^(٣):

(١) القيمة التي توصل اليها الكاشي هي: ٨٧٣٢ ٨٧٣٥ ٩٢ ١٥ ١٤ ٣، وهي صحيحة حتى الرقم العشري الثاني عشر.

(٢) هو مصطفى بن عبدالله القسطنطيني المعروف بكتابت جلي ١٠١٧ - ١٠٦٧ هـ.

(٣) صفحة: ١٤٢

«وهو علم يبحث فيه عن الاحوال العارضة للكرة من حيث انها كرة، من غير نظر الى كونها بسيطة أو مركبة، عصرية أو فلكية، فموضوعه الكرة بما هو كرة، وهي جسم يحيط به سطح واحد مستدير في داخله نقطة يكون جميع الخطوط المستقيمة الخارجة منها اليه متساوية، وتلك النقطة مركز حجمها، سواء كانت مركز ثقلها أو لا.

وقد يبحث فيه عن أحوال الأكر المتحركة، فاندرج فيه. ولا حاجة الى جعله علما مستقلا كما جعله صاحب «مفتاح السعادة»^(١)، وعدهما من فروع علم الهيئة، وقال يتوقف براهين علم الهيئة على هذين أشد توقف، وفيه كتب للأوائل والواخر. . .

ويقول حاجي خليفة عن «تسطيح الكرة».

«... هو علم يتعرف منه كيفية نقل الكرة الى السطح مع حفظ الخطوط والدوائر المرسومة على الكرة، وكيفية نقل تلك الدوائر على الدائرة الى الخط، وتصور هذا العلم عسير جدا، يكاد يقرب من خرق العادة، لكنها عملها باليد كثيرا ما يتولاها الناس، ولا عسر فيه مثل عسر التصور. .

ويجعله البعض من فروع الهيئة، وهو من فروع علم الهندسة، ودعوى عسر التصور ليست على اطلاعه، بل هو بالنسبة الى من لم يمارس علم الهندسة».

١، ٢، ١ - من كتب الاغريق في الأكر

١ - كتاب «أكثاوذوسيوس» اليوناني المهندس، أو ثاوذوسيوس (Theodosius) الذي ألف في حوالي ١٠٠م، ويقول عنه حاجي خليفة^(٢):

«وهو من أجل الكتب المتوسطات بين إقليدس والمجسطي، وهو ثلاث مقالات مشتملة على ٥٩ شكلا، وفي بعض النسخ بنقصان شكل واحد.

وقد أمر بنقله من اليونانية الى العربية المستعين بالله أبو العباس أحمد بن المعتصم في خلافته، فتولى نقله قسطا بن لوقا البعلبكي الى الشكل الخامس من [المقالة] الثانية في حدود سنة ٢٥٠ هـ = ٨٦٤م].

ثم تولى نقل باقيه غيره، وأصلحه ثابت بن قرة، ثم حرره العلامة نصير الدين محمد بن محمد الطوسي المتوفى سنة ٦٧٢ هـ = ١٢٧٣م، والفاضل تقي الدين محمد بن معروف الراصد المتوفى سنة ٦٩٣ هـ = ١٢٩٣م].

(١) يتيه ابن خلدون فرعا من فروع الهندسة «القائمة، طبعة دار الفكر، صفحة: ٤٨٦».

(٢) كشف الظنون، صفحة ١٤٢.

٢ - كتاب أكر مانالاولس^(١)

اليوناني الرياضي من أهل الاسكندرية (Menelaus) الذي كان حيا سنة ١٠٠ م. وكان قبل زمن بطليموس، وكتابه من المشهورات للمسلمات أيضا، يخاطب فيه يا سيلينس اللادي، وقال أيها الملك إني وجدت ضريا برهانيا فاضلا الخ.

وهو نسخ كثيرة مختلفة لها إصلاحات كإصلاح الماهاني^(٢)، وأبي الفضل أحمد بن أبي سعيد الهروي^(٣)، بعضها غير تام، وأتمها إصلاح الأمير أبي نصر منصور بن عراق^(٤).

وهو مشتمل على ثلاث مقالات في البعض، وعلى مقالتين في الآخر، أما الثلاث فعند الأكثرين مشتمل أولاها على ٣٩ شكلا، والمختار ٢٥ شكلا، ووسطاها في كثير من النسخ على ٢٤ شكلا، وفي نسخة ابن عراق على ٢١ شكلا، وعند البعض يشتمل أولاها على ٦١ شكلا، والثانية على ١٨ شكلا، والأخيرة على ١٢ شكلا.

وأما المقالتان فتشتمل الأولى على ٦١ شكلا، والأخيرة على ٣٠ شكلا، وفي بعض الأشكال اختلاف، وجميع أشكال الكتاب فيها بين ٨٥ شكلا و ٩١ شكلا. ذكر ذلك كله العلامة نصير الدين الطوسي في تحريره لهذا الكتاب، وأنه لما وصل اليه وجد نسخا كثيرة مختلفة، كذلك وإصلاحات، فبقى متحيرا الى أن عثر على إصلاح ابن عراق، فاتضح له ما كان متوقفا فيه، فحرر وفرغ من تحريره في شعبان سنة ٦٦٣ هـ = ١٢٦٤ م^(٥).

٣ - كتاب الكرة والاسطوانة^(٦)

لأرشميدس المصري، أصلحه ثابت بن قرة^(٧)، وسقط عنه بعض المصادرات لقصور فهم ناقله الى العربية عن اداركه وعجزه.

وشرح اوطوقبوس العسقلاني مشكلات هذا الكتاب الذي نقله اسحق بن حنين^(٨) الى العربية، فحرره نصير الدين^(٩) على الترتيب.

فإنه في نسخة ثابت ٤٨ شكلا، وفي نسخة اسحق ٤٣ شكلا، والحق في آخرها مقالة أرشميدس في تكسير الدائرة، فإنها كانت مبنية على بعض المصادرات المذكورة.

(١) كشف الظنون، صفحة ١٤٣.

(٢) هو محمد بن عيسى الماهاني (ت: ٦٠/٢٧٠ هـ = ٧٤/٨٨٤ م).

(٣) توفي بعد سنة ٣٧١ هـ = ٩٨٢ م.

(٤) توفي قبل ٤٢٧ هـ = ١٠٣٦ م.

(٥) كشف الظنون، صفحة: ١٤٥٢.

(٦) (٢٢١ - ٢٨٨ هـ) = (٨٣٦ - ٩٠١ م).

(٧) توفي حوالي سنة ٢٩٨ هـ = ٩١٠ م.

(٨) يقصد العلامة المحقق نصير الدين الطوسي.

٤ - كتاب تربيع الدائرة

مقالة لأرشميدس المصري .

٥ - كتاب تسطيح الكرة

لبطلميموس القلوزي صاحب «المجسطي»، نقله ثابت بن قرة الى العربية، وفسره بتس الرومي الاسكندري المهندس^(١) .

٦ - كتاب الكرة المتحركة^(٢)

لأطولوقس ، اصلحه ثابت بن قرة، وحرره نصير الدين الطوسي ، وهو مقالة واحدة واثنا عشر شكلا .
أما مساهمة علماء العرب فتشمل - الى جانب الاصلاحات الاساسية للمتون الاغريقية - الكتب الاتية :

١, ٢, ١ - من كتب المسلمين في الأكر

١ - كتاب تسطيح الكرة

لأبراهيم بن حبيب الفزاري المتوفى حوالي سنة ١٨٤هـ = ٨٠٠م .

٢ - كتاب الكامل

لابن كثير الفرغاني المتوفى حوالي سنة ٢٤٧هـ = ٨٦١م .

٣ - كتاب مساحة الأشكال البسيطة والكرية^(٣)

لبني موسى محمد والحسن (ت : ٢٦٠هـ = ٨٧٤م) واحد، ويشتمل على ١٨ شكلا، نقله قسطنطين لوقا البعلبكي ، وحرره نصير الدين الطوسي .

٤ - كتاب الكرة

لحسن بن الصباح .

(١) «كشف الظنون»، صفحة : ١٤٠٤ .

(٢) «كشف الظنون» صفحة : ١٤٥٢ .

(٣) نفس المرجع السابق، صفحة : ١٤٥٨ .

٥ - كتاب الاستيعاب

لأبي الرحمان محمد بن احمد البيروني (٣٦٢ - ٤٤٣ هـ) = (٩٧٣ - ١٠٥١ م).

٦ - تحرير أكرثاوزوسوس اليوناني المهندس

ذكر حاجي خليفة^(١) ان تقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي (٩٣٢/٢٧ - ٩٩٣ هـ) = (١٥٢٦/٢٠ - ١٥٨٥ م) حرر هذا الكتاب الذي يعتبر من «أجل الكتب المتوسطات بين اقليدس والمجسطي».

٧ - «دستور الترجيح لقواعد التسطيح»

لتقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي .
ألفه سنة ٩٨٤ هـ = ١٥٧٦ م نقلا عن حاجي خليفة^(٢) وهو عن تسطيح الكرة، كتبه برسم المولى الاعظم رئيس الدولة العثمانية سعد الدين افندي .
وقد رتب تقي الدين بن معروف هذا الكتاب على مقدمة ومقالتين، وتمة على النحو الآتي:
المقدمة: في الحدود والاصطلاحات.
المقالة الأولى: في رسم فلك على بسيط مستو بالخطوط الهندسية. وفيه ثلاثة أبواب.
المقالة الثانية: في رسم ما تقدم رسمه بالحساب، وهي على مقدمة وستة أبواب.

١,٣ - علم المخروطات

وهو علم ينظر في مايقع في الاجسام المخروطة من الأشكال والقطوع، ولعل اشهر من اشتغل به من علماء الاغريق هو ابولونيوس (٢٦٠ - ٢٠٠ ق.م) النجار الحكيم الرياضي (Apollonius)، أو أبليونيوس أو بليونس، وهو صاحب «كتاب المخروطات» الذي يقع في ثمان مقالات.
وعن هذا الكتاب يقول حاجي خليفة^(٣): «كتاب المخروطات - في احوال الخطوط المنحنية: سبع مقالات لابليونيوس النجار الحكيم الرياضي، اصلحه الحسن واحمد ابنا موسى بن شاكر.

(١) راجع كشف الظنون، صفحة: ١٤٢.

(٢) نفس المرجع السابق.

(٣) كشف الظنون، صفحتا: ١٤٥٦، ١٤٥٧.

ولما انخرجت الكتب من الروم الى المأمون، اخرج منه الجزء الاول لا غير [فوجده] يشتمل على سبع مقالات، ولما ترجم دلت مقدمته على أنه ثنائي مقالات، وان الثامنة تشتمل على معاني المقالات السبع وزيادة، واشترط فيها شروطا مفيدة، فمن عصره الى يومنا هذا يبحث اهل الفن عن هذه المقالة، فلا يطلعون لها على خبر لأنها كانت في [من] ذخائر المأمون لعزتها عند ملوك يونان.

وقال بنو موسى بن شاكر: الموجود من هذا الكتاب سبع مقالات، وبعض الثامنة، وهو أربعة أشكال، وترجم الاربع الاول منه احمد بن موسى الحمصي، والثلاث الأواخر ثابت بن قرة الحاراني، كذا في نواذر الاخبار.

أصلحه الحسن وأحمد ابنا موسى بن شاكر.

وهو [أي كتاب المخروطات] أقدم من اقليدس بزمان طويل، وهذا الكتاب - وآخر من تصنيفه في هذا النوع - كان السبب في تصنيف كتاب اقليدس بعد زمن على ما مر.

ذكروا ان هذا الكتاب فسد لأسباب منها استصعاب نسخه، وانه درس وإنمحي ذكره، وحصل متفرقا في ايدي الناس الى ان ظهر رجل بمسقلان يُعرف باوطيقوس المهندس، فجمع ما قدر عليه، فأصلح منه أربع مقالات^(١).

هذا وقد أوضح أبولونيوس في «كتاب المخروطات» أن جميع الخطوط المنحنية يمكن الحصول عليها من مخروط واحد وذلك بقطعه بمستوي ميل بزوايا مختلفة «الأشكال ٤، ٥، ٦». وقد سميت المنحنيات الناتجة بالقطع المكافئ^(٢) (Parabola) والقطع الناقص أو الاهليلجي^(٣) (Ellipse)، والقطع الزائد^(٤) (Hyperbola)، وذلك فضلا عن الدائرة والمثلث.

وقد أفاد عمر بن ابراهيم الخيامي (ت: ٥١٧ هـ = ١١٢٣ م) من هذه المنحنيات في حلوله للمعادلات التكعيبية او معادلات الدرجة الثالثة (الأشكال: ٧ - ٩).

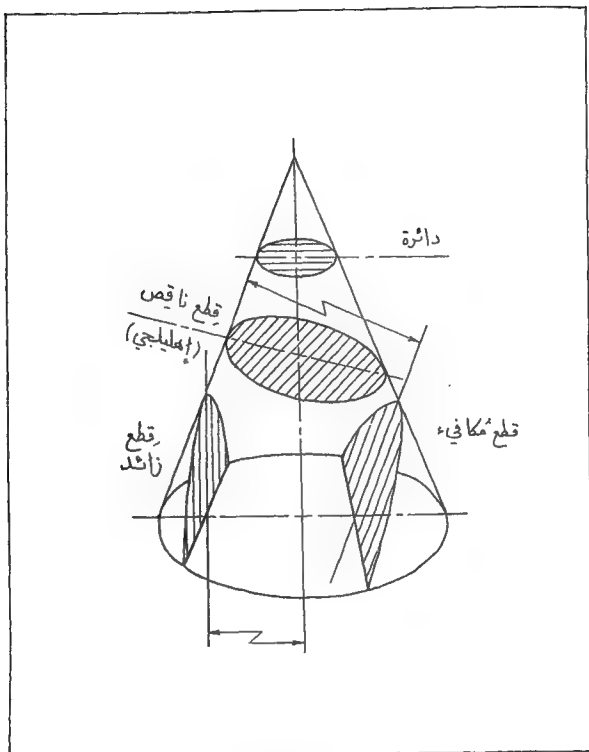
ولعله من المناسب ان نشير هنا - من باب التوضيح - الى السُّمات الأساسية للمجسم المعروف بالمخروط، ففي هذا الصدد يقول التهاتوي: ^(٥) :

(١) يعرف أيضا بالشكل الهندسي، وبشبه شكل الدحية المستطيلة.

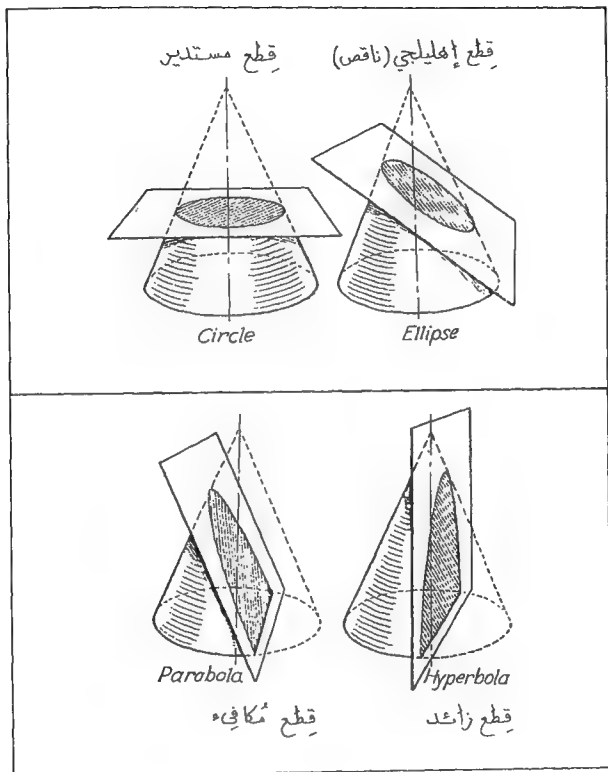
(٢) لأنه يشبه شكل ورقة الإهليج.

(٣) يطلق عليه أيضا الشكل الدلجمي لأنه يشبه حبة الشلجم «اللفت».

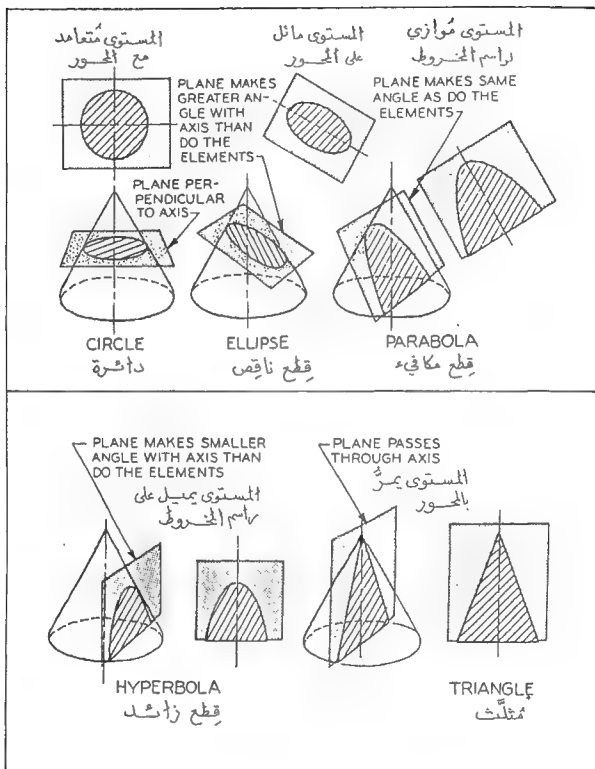
(٤) راجع «كشاف اصطلاحات الفنون» لمحمد علي الفاروقي التهاتوي، الجزء الأول: الصفحتين ١٧٩، ١٨٠ - الجزء الثاني: صفحة ٣٣٥ - الجزء الرابع: الصفحات ٤٨، ٤٩، ١٦٨.



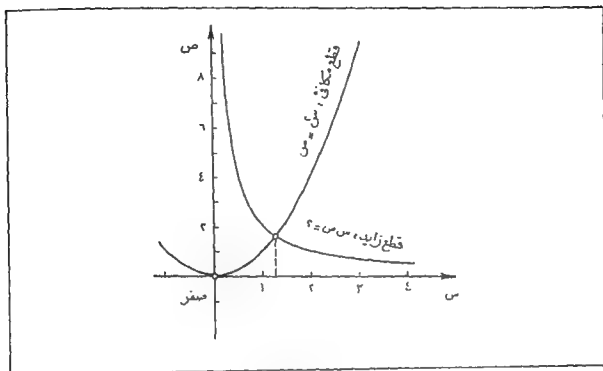
شكل (١)
 قَطْع للمخروط



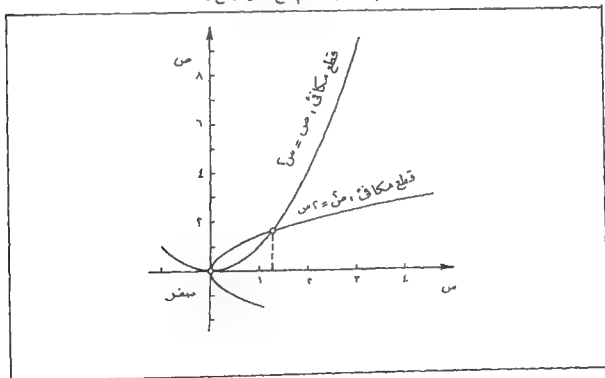
شكل (٥)
اعتناء شكل القطار على وضع المستوى القاطع بالنسبة للمخروط .



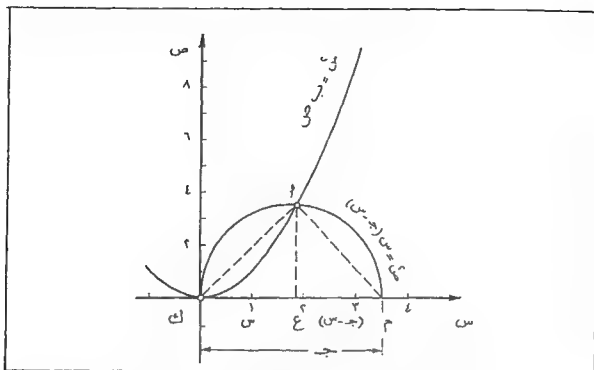
شكل (٦)
أوضاع المستوى القاطع بالنسبة للمحور وراسم المخروط، والقطوع الناتجة عن ذلك.



شکل (۷)
ایجاد $\sqrt[3]{2}$ باستخدام قطع مكافئ و قطع زائد.



شکل (۸)
ایجاد $\sqrt[3]{2}$ باستخدام قطعتين مكافئتين.



شكل (٩)

حل معادلة الدرجة الثالثة : $س^3 = س^2 = س = ب^3 = ب^2 = ب = ج$ بتقاطع دائرة مع قطع مكافئ .

المخروط

عند المهندسين يطلق على معان : منها المخروط المستدير التام، وهو جسم تعليمي أحاط به سطح مستدير أي دائرة، و سطح صنوبري مرتفع من محيط ذلك السطح المستدير متضاعفا الى نقطة، بحيث لو أدير خط مستقيم وأصل بين محيط ذلك السطح المستدير وبين تلك النقطة ماسة في كل الدورة، أي ماس ذلك الخط ذلك السطح، وقولنا مرتفع صفة كاشفة لقولنا صنوبري، وبعبارة أخرى هو جسم احد طرفيه دائرة، والآخر نقطة، ويحصل بينهما سطح تفرض عليه - أي على ذلك السطح - الخطوط المستقيمة الواصلة بينهما، أي بين محيط الدائرة وتلك النقطة .

وعرف ايضا بأنه جسم يحدث من ادارة مثلث قائم الزاوية على احد ضلعي القائمة المفروض ثابتا الى ان يعود الى وضعه الاول، وليس المراد بالحدوث الحدوث بالفعل كما هو المتبادر، بل الحدوث من حيث التوهم، اذ الخط عندهم عرض حال في السطح الحال في الجسم، فلا يمكن حصول السطح بحركة الخط المتأخر عنه في الوجود، ولا حصول الجسم م حركة السطح المتأخر عنه، وعلى هذا يحمل كل ما وقع في عباراتهم مما يشعر بحدوث الخط من حركة النقطة، والسطح من حركة الخط، والجسم من حركة السطح .

ثم تلك الدائرة تسمى بقاعدة المخروط، وتلك النقطة برأس المخروط، وذلك السطح المستدير - أي الصنوبري - بالسطح المخروطي، والخط الواصل بين تلك النقطة ومركز القاعدة بسهم المخروط ومحوره، فإن كان ذلك الخط عموداً على القاعدة فالمخروط قائم والا فمائل.

وأما ما قيل في تعريف المخروط المذكور من أنه ما يحدث من إدارة خط موصول بين محيط دائرة ونقطة لا تكون على تلك الدائرة إلى أن يعود على وضعه الأول، ففيه أن حركة الخط المذكور إنما تحدث سطحاً مخروطياً لا جسماً مخروطياً لما تقرر عندهم من أن حركة الخط تحدث شكلاً مسطحاً لا مجسماً.

ومنها المخروط المستدير الناقص، وهو المخروط المستدير التام المقطوع عنه بعضه من طرف النقطة التي هي رأسها، وبالجملية فإذا قُطع المخروط المستدير التام بسطح مستوي يوازي القاعدة، كان القمم الذي يلي القاعدة مخروطاً مستديراً ناقصاً، وأما القسم الذي يلي الرأس فمخروط تام لصدق تعريفه عليه.

ومنها المخروط المضلع، وهو جسم تعليمي احاط به سطح مستو ذو أضلاع ثلاثة فصاعداً هو - أي ذلك السطح - قاعدة ذلك الجسم وأحاط به أيضاً مثلثات عددها مساو لعدد أضلاع القاعدة ورؤوسها - أي رؤوس تلك المثلثات جميعاً - عند نقطة هي رأسه، أي رأس ذلك الجسم، فإن كانت تلك المثلثات متساوية الساقات فالمخروط قائم، والا فمائل.

ومنها المخروط الذي يكون شبيهاً للمستدير أو المضلع، بأن يكون رأسه نقطة وقاعدته لا تكون دائرة، ولا شكلاً مستقيماً للأضلاع، بل سطحاً يحيط به خط واحد ليس بدائرة كالسطح البيضي.

ومنه ما يكون رأسه نقطة وقاعدته سطحاً يحيط به خطوط بعضها مستقيم، وبعضها مستدير، وهذه المعاني كلها مما يستفاد من ضابطة قواعد الحساب وغيره.

ومنها المخروط المستدير الناقص، وهو المخروط المستدير التام المقطوع عنه بعضه من طرف النقطة التي هي رأسها، وبالجملية فإذا قطع المخروط المستدير التام بسطح مستوي يوازي القاعدة، كان القسم الذي يلي القاعدة مخروطاً مستديراً ناقصاً، وأما القسم الذي يلي الرأس فمخروط تام لصدق تعريفه عليه.

١٤ - علم المساحة

وهو علم يحتاج إليه في مسح أو قياس الأراضي، وشنق القنوات، وتعيين ارتفاعات الجبال، وأعماق الوديان، وحساب مساحات الأسطح على اختلاف أشكالها، كذا إيجاد حجوم المجسمات.

وعن علم المساحة يقول إخوان الصفا في الرسالة الثانية من القسم الرياضي^(١):

واعلم يا أخي - أيديك الله وإيانا بروح منه - أن:

(١) طبعة دار صادر ودار بيروت، بيروت، سنة ١٣٧٦هـ = ١٩٥٧م، صفحة: ٩٧.

علم الهندسة يدخل في الصنائع كلها، وخاصة في المساحة، وهي صناعة يحتاج إليها العمال والكتاب والدهاقون، وأصحاب الضياع والعقارات في معاملاتهم من جباية الخراج، وحفر الأنهار وعمل البريدات وما شاكلها.

وبين شكل (١٠) مجالات علم المساحة، ونسوق فيها يلي أمثلة للمساحات والحجوم التي وقف عليها علماء العرب والمسلمين^(١):

١، ٤، ١ - مساحات الأشكال المستوية

١ - مساحات المثلثات، مع استعمال نسب حساب المثلثات في بعض هذه الحسابات.

٢ - مساحات الأشكال رباعية الأضلاع.

٣ - مساحات المضلعات المنتظمة حتى ١٦ ضلعا (راجع كتاب «مفتاح الحساب» للكاشي، على سبيل المثال).

٤ - مساحات الأشكال الدائرية والحلقات والقطاعات والأشكال المحدودة بأقواس دائرية، كالأشكال الهلالية والنعلية والاهليلجية والشلجمية (راجع الأشكال (١١)، (١٢)، (١٣) من كتاب «خلاصة الحساب» لبهاء الدين العاملي.

٥ - مساحات الأشكال الهندسية المستوية المكوّنة من تركيبات من الأشكال المتقدمة.

١، ٤، ٢ - مساحات السطوح للأجسام المنتظمة كالأسطوانات والمخروطات والموشورات والكرات

١، ٤، ٣ - حجوم الأجسام المنتظمة، مثل:

١ - الأسطوانات والمخروطات التامة والناقصة.

٢ - الكرات والقطع الكروية.

٣ - الأجسام المضلعة.

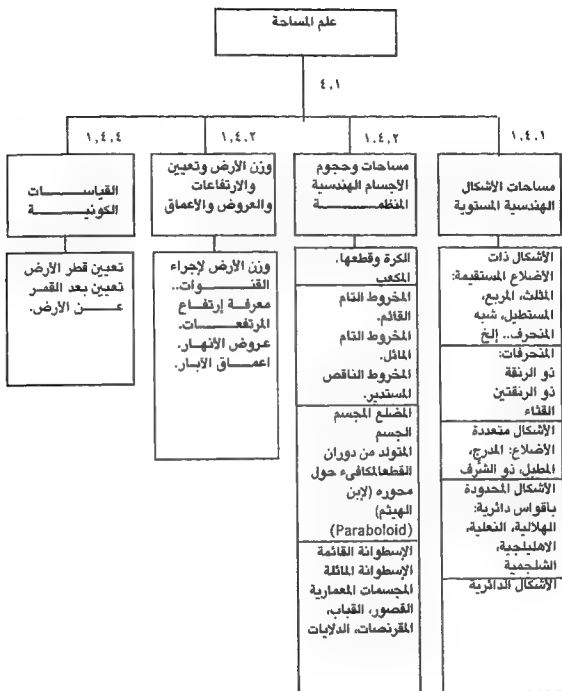
٤ - الجسم المتولد من دوران القطع المكافئ حول محوره Paraboloid، وينسب هذا الانجاز للحسن بن الهيثم.

ولعله من المناسب أن نورد هنا تعريفا لبعض أشكال السطوح والمجسمات التي وردت في الكتابات العربية.

البيضي

عند المهندسين سطح مستو يحيط به قوسان متساويتان مختلفتان تحديدا وكل منهما أصغر من نصف دائرة، ويسمى بالاهليلجي أيضا والخط الواصل بين زاويتي قطره الاطول، والخط الآخر المنصف للقوسين

(١) كتاب (العلوم الرياضية في الحضارة الإسلامية) للدكتور جلال شوقي، والدكتور علي الدغاف، نشر دار جون وايلي بأمریکا سني ١٩٨٤، ١٩٨٦، الجزء الثاني الصفحات: ١٠٨ - ١١٠.



شكل (١٠)
مضمون علم المساحة في الحضارة الإسلامية

قطره الأصغر والاقصر، ولابد أن يكون عموداً على الأطول، وإذا أدير السطح البيضي على قطره الأطول نصف دورة يحصل مجسم بيضي، هذا هو المشهور.

وذكر البعض أن السطح البيضي يشترط فيه كون إحدى القوسين نصف دائرة، والأخرى أصغر، وهو الذي يسمى في المشهور بالشبيه بالبيضي، والشبيه بالاهليلجي، ولم يشترط البعض تساوي القوسين ولا مشاحة في الاصطلاح.

وقيل: السطح البيضي سطح يحيط به خط واحد مستدير بحيث لا يكون دائرة، ويكون طول هذا السطح أكثر من عرضه وإذا أدير هذا السطح على قطره الأطول نصف دورة يحصل المجسم البيضي، ولا يخفى أن مشابهة المجسم البيضي بهذا المعنى للبيضة أكثر منه بالمعنى الأول، هذا خلاصة الحساب^(١) وحاشية الجفميني للفاضل عبدالعلي البرجندي.

الشلجمي

عند المهندسين هو شكل مسطح يحيط به قوسان متساويتان مختلفتا التحدب، كل منهما أعظم من نصف الدائرة، ويسمى عدسياً أيضاً، سمي بذلك تشبيهاً له بالشلجم^(٢) وهو معرب شلغم، وتشبيهاً له بالعدس.

والشبيه بالشلجمي شكل يحيط به قوسان غير متساويتين مختلفتا التحدب إحداهما نصف الدائرة والأخرى أعظم منه.

والجسم الشلجمي والعدسي جسم يحدث من إدارة المسطح العدسي على قطره الأصغر نصف دورة، فإن للشلجمي قطرين: أحدهما الخط الواصل بين زاويتيّه، وهو القطر الأطول، وثانيهما الخط المنصف للقوسين العمود على القطر الأطول، وهو القطر الأصغر، هكذا في ضابط قواعد الحساب، وعلى هذا فقس الجسم الشبيه بالشلجمي.

(١) يقصد كتاب «خلاصة الحساب» لبهاء الدين العاملي، وقد حققه وشرحه المؤلف، ونشرته دار الشروق ببيروت والقاهرة ولندن، سنة ١٤٠١ هـ = ١٩٨١ م، ويقع في ٢٢٦ صفحة.

(٢) الشلجم والشلجم لفظ فارسي معرب، وهو نبت يُعرف بالثَّقَت.

فكانت هذه الاشياء المذكورة في نسخة المخطوطات المذكورة في كتابها والوجه
بسته في الاشياء المذكورة في نسخة المخطوطات المذكورة في كتابها والوجه

مخرج

زوايا

المنوع و دواسة اضلاع و يكون الى العشرة فيما بين
قاعدة و شقيته و هكذا فيما بين شقيتي البصر في كل من
و زوايا الشرف بعين العين و جسم ذو الامة و الشفة
فان انا اعلمه سطح بي و لي مع كل واحد من اضلاعه فكل
و نصف في الوردية و الا فغيره و اكرتة ترعا متساوية
فكلية و دارقان متساويان متوازيان و سطح و اصل
بينهما بحيث لو ادرت في سطح بي فكلية فانه يكون في كل
الوردية فكلية فانه يكون في كل واحد من الاضلاع و اكرتة
سويها فان كل واحد من الاضلاع فكلية فانه يكون في كل
فان لو ادرت في سطح منور في كل واحد من محيطها فكلية
الي فكلية فانه يكون في كل واحد من الاضلاع و اكرتة
الوردية فكلية فانه يكون في كل واحد من الاضلاع و اكرتة
و الفضة سويها و ان كل واحد من الاضلاع فكلية فانه يكون
فان فكلية فانه يكون في كل واحد من الاضلاع و اكرتة
فان فكلية فانه يكون في كل واحد من الاضلاع و اكرتة

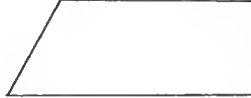


شكل (١٣)

الصفحة (٢٨) من مخطوط مكتبة الأوقاف الإسلامية بحلب - رقم ١٧٧٣ .
من كتاب خلاصة الحساب لبهاء الدين العاملي

ذو الزنقة

عند المهندسين شكل من الأشكال المنحرفة، وهو ما يكون فيه ضلعان متوازيان، وآخران غير متوازيين، يكون أحدهما عمودا على المتوازيين، هكذا:



ذو الزنقتين

عندهم شكل منحرف، لا يكون أحد الضلعين غير المتوازيين عمودا على المتوازيين، هكذا:



كذا ذكر المولوي سيد عصمة الله في شرح «خلاصة الحساب»، وقال الزنقة الانحراف، ولم يبين أنه بالغاء أو بالقاف، وإن لم أجد بالغاء في كتب اللغة التي عندي، وإنما وجدته في الصراح بالقاف، لكنه لم يذكره بمعنى الانحراف، بل بمعنى الركن الضيق، والله أعلم بحقيقة الحال، والظاهر أنه بالقاف.

الاسطوانة

عند المهندسين يطلق على معان: منها الاسطوانة المستديرة، وهي جسم تعليمي احاطت به دائرتان متوازيتان متساويتان، وسطح مستدير واصل بينهما، بحيث لو أدير خط مستقيم واصل بين محيطيهما من جهة واحدة على محيطيهما لماسة في كل الدّورة.

وما قيل إن الاسطوانة المستديرة شكل يحدث من وصل خط من جهة بين محيطي دائرتين متوازيتين متساويتين كل منهما على سطح، وإدارة ذلك الخط عليها أي على محيطيهما إلى أن يعود إلى وضعه الأول، ففيه أنه يحدث من حركة الخط شكل مسطح لا مجسم.

ثم الاسطوانة المستديرة إن كانت مجوفة متساوية الثخن، وقطر قاعدة تجويفها الذي هو أيضا على شكل الاسطوانة المستديرة أكثر من نصف قطر قاعدة الاسطوانة بحيث يكون ثخنها أقل من سمكها أي من ثخن تجويفها فتسمى بالذوقية، والدائرتان قاعدتان للاسطوانة، والخط الواصل بين مركزي الدائرتين سهم الاسطوانة ومحورها، فإن كان ذلك الخط عمودا على القاعدة فالاسطوانة قائمة، وهي جسم يتوهم حدوده من

ادارة ذي اربعة اضلاع قائم الزوايا على أحد أضلاعه المفروض ثابتا حتى يعود الى وضعه الاول، وإلا ففائدة، وهي جسم يتوهم حدوثه من ادارة ذي اربعة اضلاع غير قائم الزوايا على أحد أضلاعه المفروض ثابتا إلى أن يعود الى وضعه الأول.

ومنها الأسطوانة المضلعة، وهي جسم تعليمي أحاط به سطحان مستويان متوازيان كثيرا الأضلاع، كل من السطحين موازية لأضلاع السطح الآخر، وأحاطت به أيضا سطوح ذوات اضلاع اربعة متوازية بأن يكون كل ضلعين منها متوازيين، عدّة تلك السطوح عدّة أضلاع احدى القاعدتين، وقاعدتها السطحان المتوازيان، فإن كانت تلك السطوح التي هي ذوات الاربعة الاضلاع قائمة الزوايا، فالأسطوانة قائمة وإلا ففائدة.

ومنها الاسطوانة التي تكون مشابهة للمستديرة او المضلعة بأن لا تكون قاعدتها شكلا مستقيما الأضلاع، ولا دائرة، بل سطحا يحيط به خط واحد ليس بدائرة كالسطح البيضي.

ومنها أسطوانة تكون سطحها تحيط به خطوط بعضها مستدير، وبعضها مستقيم، هكذا يستفاد من ضابطة قواعد الحساب وغيره، والحكم في أن اطلاقها على تلك المعاني بالاشتراك اللفظي او المعنوي كالحكم في المخروط على ما مرّ.

٤، ١ - مساحات وحجوم الأشكال المعيارية

اهتم غياث الدين جمشيد بن مسعود الكاشي «ت: ٨٤٠ هـ - ١٤٣٦ م» بحساب مساحات وحجوم أشكال معيارية متنوعة^(١)، نسوق هنا بعض أمثلة منها:

١ - العقود نصف المستديرة.

٢ - العقود ذات القطوع.

٣ - العقود المدببة.

٤ - العقود المكونة من ثلاثة أقواس.

٥ - القباب الكروية، وأنصاف هذه القباب.

٦ - القباب المكوّنة من أهرام مضلعة.

٧ - الأنواع المختلفة من المحاريب.

٥، ١ - القياسات الكونية: قياسات الأرض

يُعتبر علماء العرب والمسلمين أول من استخرج - بطريقة علمية - طول درجة من خط نصف النهار، أي مقدار درجة من أعظم دائرة من دوائر سطح الكرة الأرضية، ونشير فيما يلي إلى أهم من قام بهذه القياسات (الجدول رقم ٣):

(١) كتب ومفتاح الحساب، الباب التاسع من المقالة الرابعة.

- ١ - فلكيو الخليفة المأمون (١٩٨ - ٢١٨ هـ) = (٨١٣ - ٨٣٣ م)، وقد أجروا قياسين لطول الدرجة أولهما بلغ ١/٤ ميلًا عربيًا، وثانيهما بلغ ٥٧ ميلًا عربيًا (الميل العربي = ١٩٧٣,٢ مترًا).
- ٢ - سند بن علي، أبو الطيب (حوالي ٢٣٦ هـ = ٨٥٠ م)، وعلي بن عيسى، وعلي بن البحري، وقد ذكروا أن محيط الأرض يعادل ٤١ ٢٤٨ كيلومترًا.
- ٣ - أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني (٣٦٢ - ٤٤٣ هـ) = (٩٧٣ هـ - ١٠٥١ م)، وقد أورد طريقة مبتكرة لقياس محيط الأرض، وبنين فيها يأتي إلى أي مدى كانت دقة قياساته (جدول ١٢) والجدول ٢ب):
- ٤ - القياسات المروية عن قاضي زاده ابن الرومي (ت: ٨١٥ هـ = ١٤١٢ م) في شرحه على الملخص في الهيئة لمحمود بن محمد بن عمر الجعفي (ت: ٧٤٥ هـ = ١٣٤٥ م)، ومحمد بن مبارك الشاهر بميرك البخاري (القرن ٨ هـ = ١٤ م) في شرحه على «حكمة العين» لنجم الدين الكاتبي القزويني (٦٠٠ - ٦٧٥ هـ) = (١٢٠٣ - ١٢٧٧ م)، وتقدر قطر الأرض ب: ٢١٦٤ فرسخًا (الفرسخ = ٥٩١٩,٦ مترًا).

جدول «٢»

دراسة مقارنة لقيم قياسات قطر الأرض

القطر المُقاس	القيم المُعاصرة	قياس البيروني	الفرق	%
قطر الأرض عند خط الاستواء: بالكيلومترات	١٢٧٥٦ كيلومتر	كيلومتر -	٧٣- ١٢٦٨٣	٠,٥٧٢-
قطر الأرض عند المدار القطبي بالكيلومترات	١٢٧١٤	-	٣١- ١٢٦٨٣	٠,٢٤٤-
قطر الأرض عند خط الاستواء: بالكيلومترات	١٢٧٥٦ كيلومتر	كيلومتر ١٢٨١٠	٥٤+ ١٢٨١٠	٠,٤٢٣+
قطر الأرض عند المدار القطبي بالكيلومترات	١٢٧١٤	١٢٨١٠	٩٦+ ١٢٨١٠	٠,٧٥٥+

من هذه النتائج تبدو بوضوح دقة القياسات التي قام بها علماء العرب والمسلمين، ولعل أدقها هي قياسات أبي الريحان البيروني لقطر الكرة الأرضية (جدول ٣).

وعن قياسات العرب يقول كَرَلُو نَلْيُونُو في كتابه «علم الفلك»: تاريخه عند العرب في القرون الوسطى: «أما قياس العرب فهو أول قياس حقيقي أجري كله مباشرة، مع كل ما اقتضته تلك المساحة من المدة الطويلة والصعوبة والمشقة، واشترك جماعة من الفلكيين والمساحين في العمل. فلا بد لنا من عداد ذلك القياس من أعمال العرب العلمية المجيدة الماثورة».

جدول «٣»

قياسات الأرض عبر الحضارات المتعاقبة
القيم التقديرية في الحضارة الاغريقية

المصدر	قطر الأرض	محيط دائرة نصف النهار	درجة من درجات خط نصف النهار
عن رواية أرسطو ^(١) (٣٨٤ - ٣٣٢ ق.م)	٢٣٥٥٤,٨٧٦ كيلومترا	٧٤٠٠٠ كيلومترا (٤٠٠٠٠٠ استطايدون)	٢٥٠,٥٥٥٥ كيلومترا
إغريقي مجهول الاسم ^(٢)	١٧٦٦٦,١٥٧	٥٥٥٠٠	١٥٤,١٦٦٦٦
إراتوستين ^(٣) Eratosthenes (٢٧٦/٥ - ١٩٤ ق.م)	١٤٨٣٩,٥٧٢	٤٦٦٢٠	١٢٩,٥٠٠
عن الكندي ^(٤) (٨٠١ - ٨٧٣ م)	١٥٠٦٨,٠٩٥ ($\frac{٣}{٨}$ ميل عربي)	٤٧٣٣٧,٩٢٧	١٣١,٤٩٤٢٤
القياس الأول فلكيو المامون ^(٥) (٨١٣ - ٨٣٣ م)	١٢٧١٨,٧٧٣ كيلومترا	٣٩٩٥٧,٣ كيلومترا	١١٠,٩٩٢٥ كيلومترا (٥٦ ميل عربي)
القياس الثاني	١٢٨٨٨,٣٥٧	٤٠٤٩٠,٠٦٤	١١٢,٤٧٢٤ (٥٧ ميل عربي)

(١) كتاب وعلم الفلك: تاريخه عند العرب في القرون الوسطى، لكرلو نليو، ص: ٢٦٨.

(٢) نفس المرجع السابق، ص: ٢٦٩.

(٣) نفس المرجع السابق، ص: ٢٧٤.

(٤) «رسائل الكندي الفلسفية»، الجزء الأول، ص: ٢٥٦.

(٥) نليو، ص: ٢٨١ - ٢٨٧.

تابع جدول «٣»

المصدر	قطر الأرض	محيط دائرة نصف النهار	درجة من درجات خط نصف النهار
عن سند بن علي، وعلي بن عيسى، وعلي بن البحري ^(١)	كيلومترا ١٣١٢٩,٦١٥	كيلومترا ٤١٢٤٨	كيلومترا ١١٤,٥٧٧٧٧
أبو الريحان البيروني ^(٢) (٩٧٣-١٠٥١م) ١١٠,٦٧٧٨	١٢٦٨٢,٧١١	٣٩٨٤٤,٠٠٨	
عن قاضي زاده الرومي (ت: ١٤١٢م) في شرحه على «الملخص في الهيئة» لمحمد الجفميني (ت: ١٧٤٥هـ = ١٣٤٥م) ^(٣) ، وميرك البخاري في شرحه على «حكمة العين» للقرظيني.	١٢٨١٠,٠١٤ (= ٢١٦٤ فرسخا)	٤٠٢٤٣,٩٣٩	١١١,٧٨٨٨١
عند خط الاستواء الفلكي الألماني ^(٤) Friedrich Wilhelm Bessel عند المدار القطبي عام ١٨٤٢م (١٧٨٤م-١٨٤٦م)	١٢٧٥٤,٧٩٤٣١ ١٢٧١٢,١٥٧٩٣	٤٠٠٧٠,٣٦٨١١ ٤٠٠٠٣,٤٢٣٠٤	١١١,٦٧٩٧٨٢ ١١٠,٥٦٣٧٩٠
القيم المعاصرة ^(٥) عند خط الاستواء عند المدار القطبي	١٢٧٥٦ ١٢٧١٤	٤٠٠٧٤,٢٤٩ ٣٩٩٤٢,٣٠٢	١١١,٣١٧٣٥ ١١٠,٩٥٠٨٣

(١) نليني، ص: ٢٨٩.

(٢) عن كتابه «غرة الزيجات»، وكتابته «الاسطرلاب».

(٣) نليني، ص: ٢٦٥.

(٤) نليني، ص: ٣٠٢، ٣٠٣.

(٥) "The Guinness Book of Answers", 1985, p. 31.

تابع جدول «٣»
تحويل وحدات القياس^(١)

الذراع الشرعي	= ٤٩٣,٣	مليمتر
(= الذراع الأسود) الميل العربي	= ٠,٤٩٣٣ = ٤٠٠٠ = ٠,٤٩٣٣ × ٤٠٠٠ = ١٩٧٣,٢ = ١,٢٢٥٩٤٧	من المتر ذراعا شرعيا مترا مترا ميلا انجليزيا
الفرسخ العربي	= ٣ = ١٩٧٣,٢ × ٣ = ٥٩١٩,٦	أميال عربية مترا مترا
الاسطاديون اليوناني (الملقب بالأوليمبي)	= ١٨٥	مترا
الميل الروماني الميل الايطالي (في القرن ١٥ م) الميل الانجليزي	= ١٤٧٩,٥ = ١٥٨٩	مترا مترا
	= ١٦٠٩,٣٤٤	مترا

(١) كتاب وعلم الفلك: تاريخه عند العرب في القرون الوسطى، تأليف كزولو نلينو، ص: ٢٦٥، ٢٦٨، ٢٧٥، ٢٨٨، ٢٩٣.
وحدات القياس في الحضارة العربية، للدكتور جلال شوقي، مجلة الجمعية المصرية لتاريخ العلم، القاهرة، العدد الثامن، مارس عام ١٩٧٥ م،
الصفحات: ٢١ - ٤٤، كذا مجلة رسالة العلم، بالقاهرة، المجلد ٤٢، العدد الأول، مارس ١٩٧٥ م.

طول السنة الشمسية (المدارية)

اهتم علماء العرب والمسلمين - في دراساتهم الفلكية - بتحديد طول السنة الشمسية، وبين جدول (٤) أنهم توصلوا الى قيم على جانب كبير من الدقة بالمقارنة مع القيم العصرية.

جدول «٤»

مقارنة بين قياسات طول السنة الشمسية

طول السنة الشمسية				المصدر
يوم	ساعة	دقيقة	ثانية	
	٥	٥٥	صفر	بطليموس القلوني (تألق حوالي ١٥٠ م) (صاحب المجسطي)
٣٦٥	٥	٤٦	٢٤	أبو عبد الله محمد بن جابر ابن سنان البتاني (ت: ٣١٧ هـ = ٩٢٩ م)
٣٦٥		٤٩	صفر	أبو الفتح عمر بن إبراهيم الخيامي النيسابوري (٤٣٦ - ٥١٧ هـ) = (١٠٤٤ - ١١٢٣ م)
٣٦٥			٨	ألونج بك بن تيمور (٧٩٦ - ٨٥٣ هـ) = (١٣٩٤ - ١٤٤٩ م)
٣٦٥		٤٨	٤٨,٧	القيم المعاصرة ٣٦٥, ٢٤٢ ١٩٨ ٧٨

من هذا الجدول يتضح أن قياسات الخيامي تحمل خطأ يقل عن ٠,٠٠١ ٪، ومن ثم كان «التقويم الجلالى» المنسوب لعمر الخيامي أدق من التقويم الجريجوري (أو الغريغوري)، فبينما يؤدي هذا التقويم الأخير الى خطأ يبلغ يوماً واحداً في كل ٣٣٣٠ سنة، فإن الخطأ الناجم عن «التقويم الجلالى» لا يتعدى يوماً واحداً في كل ٥٠٠٠ سنة.

١,٥ - علم المناظر

١,٥,١ - مدخل

يعرف ابن خلدون «علم المناظر» أو علم البصريات، فيقول عنه في مقدمته^(١) «المناظر (٥) من فروع الهندسة: وهو علم يُتَّيَّن به أسباب الغلط في الإدراك البصري بمعرفة كيفية وقوعها. . . وكيفياتها بالبراهين الهندسية. . . وقد أُلِّف في هذا الفن كثير من اليونانيين وأشهر من أُلِّف فيه من المسلمين ابن الهيثم، وغيره أيضا تاليف، وهو من هذه الرياضة^(٢) وتفاريعها.

يتضح من هذا النص أن علم المناظر - باعتباره اعتيادا أساسيا على الأصول والبراهين الهندسية - قد عُدَّ علماء العرب والمسلمين من فروع الهندسة جريا على عُرْف علماء الإغريق الذين اعتبروا علم المناظر جزءا لا يتجزأ من علم الهندسة.

ومن أشهر مؤلفات الإغريق في هذا المجال «كتاب المناظر» لاقليدس (٣٣٠ - ٢٧٥ ق.م)، وقد حرره نصير الدين الطوسي، ويشتمل على ٦٤ شكلا^(٣)، كما أُلِّف في هذا العلم أبولونيوس Apollonius (٢٦٠ - ٢٠٠ ق.م) صاحب «كتاب المخروطات».

١,٥,٢ - بعض انجازات علماء العرب والمسلمين في علم المناظر

من علماء العرب والمسلمين الذين اشتغلوا بعلم المناظر، نذكر على سبيل المثال لا الحصر:

١ - يعقوب بن اسحق الكندي (١٨٥ - ٢٥٢هـ) = (٨٠١ - ٨٦٧م) الملقب بفيلسوف العرب، وقد أُلِّف فيه كتابين هما:

أ - اختلاف المناظر.

ب - اختلاف مناظر المرأة.

٢ - عطارد بن محمد الحاسب (من القرن الثالث الهجري / التاسع الميلادي)، وقد كتب رسالة في «المرايا المحرقة».

٣ - أبو علي الحسن بن الهيثم (٣٥٤ - ٤٣٠هـ) = (٩٦٦/٥ - ١٠٣٩م)، ويعتبر بحق رائد علم المناظر، وقد ظهرت أعماله في البصريات في حوالي خمس ترجمات لاتينية وظلت بحوثه تدرس في جامعات أوروبا حتى القرن السابع عشر الميلادي، وفي سنة ١٥٧٢م نشر ريزنر Risner ترجمة لاتينية كاملة لكتاب المناظر بعنوان: Opticae Thesaurus Al-Hazeni أي «الذخيرة في البصريات للهازن»، وهو الاسم المحرف للحسن ابن

(١) طبعة دار الفكر، صفحة: ٤٨٧.

(٢) يقصد أن علم المناظر من الهندسة.

(٣) راجع «كشف الظنون»، صفحة: ١٤٦٣.

الهيثم. هذا ويمكن إيجاز أهم النتائج التي توصل إليها ابن الهيثم على النحو الآتي:

١ - تصحيح كيفية الإبصار بالقول بخروج الشعاع من الجسم المبصر إلى بصر الرائي، لا العكس كما جاء في كتب الأغريق.

٢ - تكوين العين وشرح وظائف جميع أجزائها.

٣ - بيان طبيعة الضوء ووظائفه، والقول بأن للضوء سرعة فائقة وتنفى عن الحس.

٤ - وضع قوانين الانعكاس والانكسار والانعطاف.

٥ - ابتداء الحزانة المظلمة ذات الثقب، وهي الصورة الرائدة لآلة التصوير.

٦ - تقديم التعليل العلمي لظهور الأشياء كبيرة تحت الماء وتختلف الأجسام المشقة.

٧ - تقديم تفسير علمي لبعض الظواهر الطبيعية كقوس قزح وهالة القمر، والبرهنة على صحته بطرق هندسية.

٨ - اثبات أن الظلام لا يحل إلا بعد انخفاض الشمس عن خط الأفق بزاوية قدرها ١٩ درجة، وهي تقل بدرجة واحدة فقط عن القيمة المحسوبة بالحاسبات الالكترونية.

٩ - اجراء بحوث مستفيضة في المرايا المسطحة والمرايا ذات القطع المكافئ «المرايا المحرقة»، كذا المرايا الاسطوانية والمخروطية والكروية المحدبة منها والمقعرة.

١٠ - تعليل ظواهر الظلال وكسوف الشمس وخسوف القمر.

١١ - اغلاط البصر وعللها.

هذا وقد انتفع بهذه الأعمال من علماء الغرب كل من :

١ - فيتلو Witelo البولندي (١٢٢٠ - بعد ١٢٧٠ م).

٢ - روجر بيكن Roger Bacon (١٢١٤ - ١٢٩٤ م).

٣ - ليوناردو دافينشي الايطالي (Leonardo da Vinci) (١٤٥٢ - ١٥١٩ م).

٤ - يوهان كبلر (Johann Kepler) (١٥٧١ - ١٦٣٠ م).

٤ - كمال الدين الفارسي

صاحب كتاب «فتح المناظر لذوي الأبصار والبصائر»، (المتوفى سنة ٧٢٠هـ = ١٣٢٠م) وقد جاء من بعد الحسن ابن الهيثم ليقدم إضافات قيمة إلى إسهامات علماء العرب والمسلمين في علم المناظر، نذكر منها على سبيل المثال ما يأتي:

١ - الاستفاضة في بحوث الانعطاف، ودراسة أوضاع لم يعرض لها ابن الهيثم، حيث جاوز الفارسي حدود الانعطاف الصرف في الكرة المشقة إلى الانعطاف المصحوب بالانعكاس الداخلي.

٢ - وضع نظرية جديدة لتفسير ظاهرة التنازح (ألوان الطيف).

٣ - السبق الى القول بأن الضوء يسري بحركة موجية شأنه في ذلك شأن الصوت، وفي هذا الصدد يقول كمال الدين الفارسي في كتابه بلفظه:
«والحركة التي مر تقريرها في الأصواء إنها هي على نحو حركة الأصوات، لا على نحو حركة الأجسام».

وجدير بالذكر أن نشير هنا الى أن الشيخ الرئيس ابن سينا (٣٧٠ - ٤٢٨ هـ) = (٩٨٠ - ١٠٣٧ م) كان له رأي صائب في أن سرعة البصر تفوق بكثير سرعة الصوت، وأن الانسان يحتاج في السمع الى تموج الهواء، وقد جاء ذلك في تقرير بهمنيار ابن المرزبان (المتوفى سنة ٤٥٨ هـ = ١٠٦٦ م) تلميذ ابن سينا، وذلك في كتابه «التحصيل» حيث يقول ابن المرزبان:
«الصوت أمر يحدث من تموج الجسم السيال الرطب كالهواء والماء منضغطا بين جسمين متصاكن متقاومين».

٥ - تقي الدين ابن معروف

هو تقي الدين محمد بن معروف بن أحمد الأسدي الراصد الدمشقي (المتوفى سنة ٩٩٣ هـ = ١٥٨٥ م) وله كتاب في البصريات بعنوان:
كتاب «نور حديقة الإبصار، ونور حديقة الأنظار»
توجد نسخة مخطوطة منه في مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - رقم: ٩٣٠.

٦, ١ - تطبيقات في هندسة الأشكال

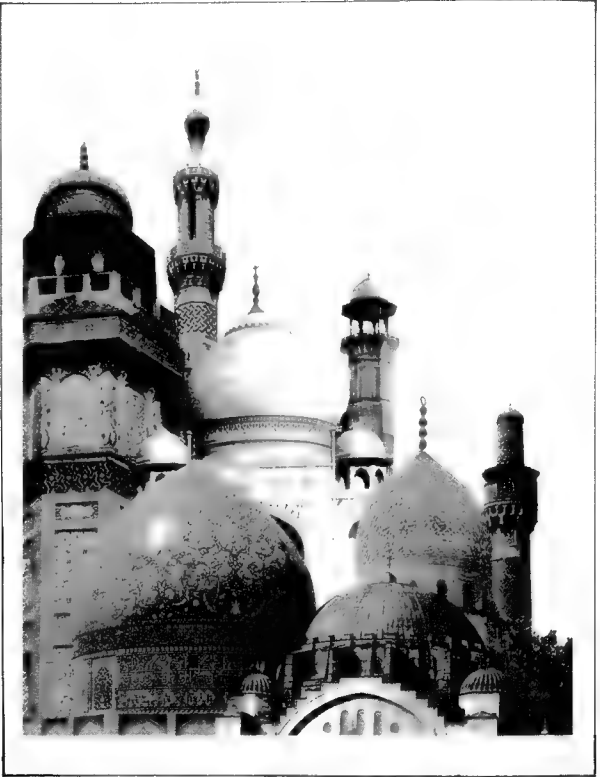
١ - عناصر العمارة الإسلامية

يمكن تصنيف عناصر العمارة الإسلامية الى قسمين أساسيين هما:
١ - عناصر بناء أو انشاء: وهي عناصر تُشكّل جزءا من البناء في حد ذاته.
٢ - عناصر جمال: وهي عناصر يقصد بها اضافة صفات جمالية على المبنى.

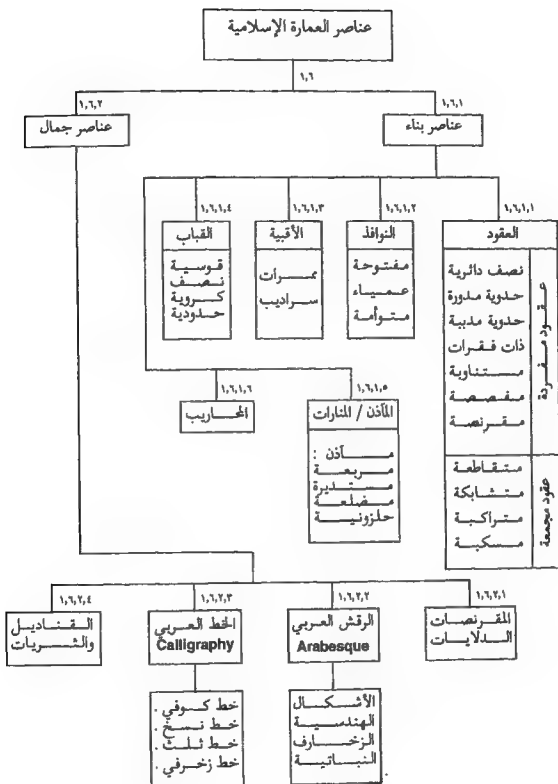
وبلا شك فإن هناك تداخلا وترابطا بين بعض العناصر وبعضها الآخر، فلا يوجد حد فاصل بينهما، وإنما قصد بالتقسيم مراعاة الصفات المشتركة بينهما.

وتشتمل عناصر البناء على العقود والنوافذ والأقنية والقباب والمآذن أو المناورات، والمحاريب، كما هو مبين بشكل (١٤)، بينما تضم عناصر الجمال المقرنصات والدلايات وأنواع الرقش العربي، والخط العربي، كذا القناديل.

ونعرض فيما يأتي للمسات الهامة التي تميز عناصر العمارة الإسلامية من منظور تطبيقات هندسة الأشكال.



تفصيل من مجالات العمارة الإسلامية



شكل (١٤)
تقسيم عناصر العمارة الإسلامية الى عناصر بناء وعناصر جمال.

١،٦،١ - عناصر البناء

١،٦،١،١ - العقود

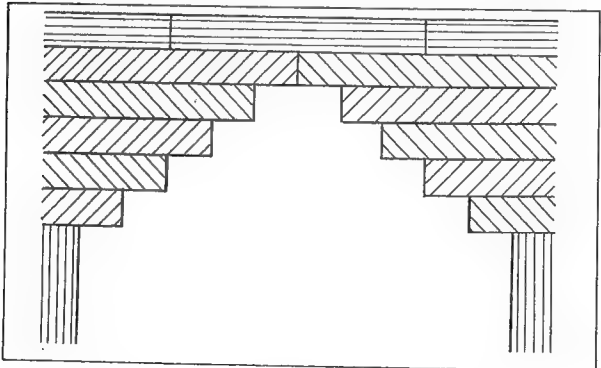
نظرا لاهتمام المسلمين بالعقود بوجه خاص وإضافاتهم المبتكرة فيها، كان من المناسب أن نعرض لتطور العقد قبل أن نلج في أشكاله.

تطور العقود

إن الدارس لتطور العقود يجد أن اجتياز الفتحة المطلوب تغطيتها قد بدأ باستخدام طبقات من أعتاب أفقية متدرجة في البروز من طرفي الفتحة بحيث يتزايد بروزها إلى الداخل طبقة تلو طبقة حتى تكتمل تغطية الفتحة (شكل ١٥)، ويعزى هذا النوع من التغطية إلى أهل الصين.

ومن الواضح أن هذا الشكل الإنشائي المائل للعقد ليس إلا عقدا مزيفا حيث أنه يتركب في الواقع من مجموعة من الأعتاب الكابولية Cantilever Beams أو الطنفية Corbeled ترتكز على بعضها البعض، ومن ثم فإن حالة التحميل فيها تختلف تماما عن تلك التي نجدها في العقد الحقيقي الذي يتركب من كتل حجرية يُشكل كل منها على هيئة وحدة اسفينية «مسلوبة الجانبيين»، بحيث إنها تُكوّن بعد رصها نصف حلقة دائرية (شكل ١٦).

ويعتبر التوصل إلى فكرة العقد الحقيقي نقطة تحول هامة في تطور الإنشاءات الحجرية.



شكل (١٥)

العقد المزيف False Arch المكون من أعتاب كابولية أو طنفية Cantilever or Corbeled Beams .

العقود المفردة

وتشمل هذه العقود الأشكال الآتية على سبيل المثال لا الحصر: (الأشكال ١٦ الى ١٨)

١ - العقد نصف الدائري 1- Semi-Circular Arch

٢ - القوس المكسورة أو العقد الحدوي المدبب

2- Two-Centred Arch or Pointed Horse-Shoe Arch

٣ - العقد الحدوي 3- Horse-Shoe Arch

مُدَوَّر

- ذو فقرات متناوبة With alternative Vousoirs

٤ - العقد المفصص 4- Lobed Arch or Multi-foil Arch

٥ - العقد المقرنص (شكل ١٧) : 5- Honeycomb Arch or Arch with Squinches

٦ - العقد ذو الدلايات 6- Arch with Stalactites

هذا وتتصدر العقود العربية مجموعة أشكال العقود (شكل ١٨) ^(١)، وتوصف العقود العربية إما بكلمة : Moorish أو بكلمة : Saracenic نسبة الى المسلمين أثناء تواجدهم بالاندلس.

هذا وقد ظهر العقد الحقيقي أول ما ظهر في بلاد ما بين النهرين خلال الحضارة البابلية منذ حوالي ثلاثة آلاف سنة، وجدير بالذكر ان التغطية بعقد حقيقي تتفوق بلا شك على التغطية بالأعتاب الأفقية البسيطة وذلك لسببين:

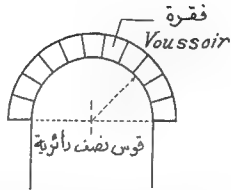
أولهما: أن العقد يمكنه تغطية فتحات أوسع.

وثانيهما: انه يمكن للعقد ان يتحمل قوى اكبر من تلك التي يطبقها العتب الافقي، ويرجع ذلك الى ان الضغط السفلي على المحيط الخارجي للعقد يؤدي الى تضاعف فقرات العقد مع بعضها البعض، ومن ثم الى زيادة تماسكها.

هذا وتجدر الاشارة هنا أيضا الى أن تاج العقد هو أضعف موضع فيه، لذا كان لزاما على المصمم ان يراعى ان الحمل على التاج يجب ان يقل عن الحمل الذي تطيقه اي من الفقرات، ويمكن القول عموما أن العوامل ذات التأثير الاسامي على العقد تشمل زاوية التاج «مدى السلبية»، كذا عمق أسطح الارتكاز للفقرات.

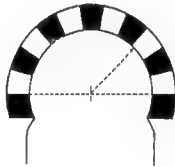
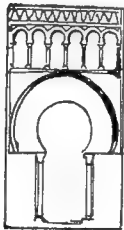
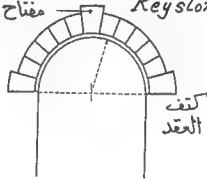
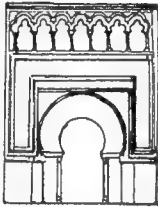
(١) عن كتاب: "A History of Sir Banister Fletcher's Architecture", University of London, 1975, p. 1310

*Semi -
circular
Arch*



مفتاح العقد أو غلق
العقد

Keystone

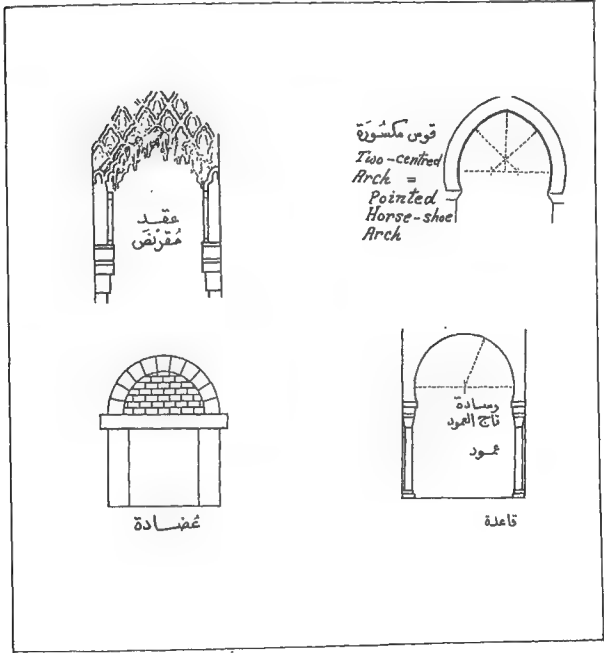


قوس حذويّة ذات فقرات
متناوبة
*Horse-shoe Arch with
alternative voussoirs*

شكل (١٦)
أمثلة للعقد نصف المستدير والعقد الحذوي.

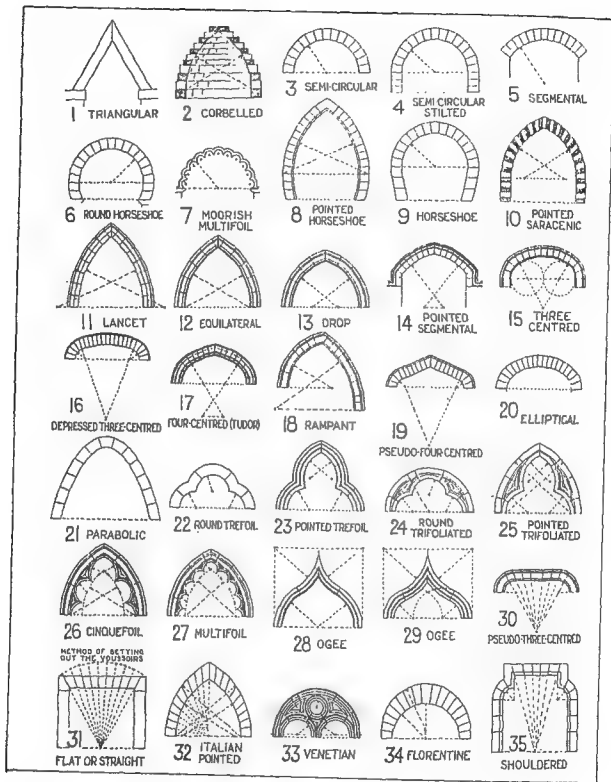
أشكال العقود في العمارة الإسلامية

أولى المسلمون عناية كبيرة للعقود، سواء المفردة منها أو المجمعة، وأبدعوا في تشكيلها وزخرفتها أيما إبداع، ونعرض فيما يلي لبعض نماذج من العقود التي ظهرت في العمائر الإسلامية (الأشكال ١٦ حتى ٢٢).



شكل (١٧)

أمثلة للعقد الحندي والمذني، كذا للعقد المقرن والمضادة.



شكل (١٨)

دراسة مقارنة لأشكال المقود (لاحظ المقود العربية من ٦ إلى ١٠) (أندلسي إسلامي = Moorish & Saracenic)

أ - العقود المفردة

الأشكال ١٦ إلى ١٨ كما سبق بيانها .

ب - العقود المجمعة

(الأشكال ١٩ حتى ٢٢)

تتخذ العقود المجمعة - وهي سمة من سمات العقود العربية عدة أشكال منها :

١ - العقود المتقاطعة Intersecting Arches

٢ - العقود المتشابكة Joined Arches

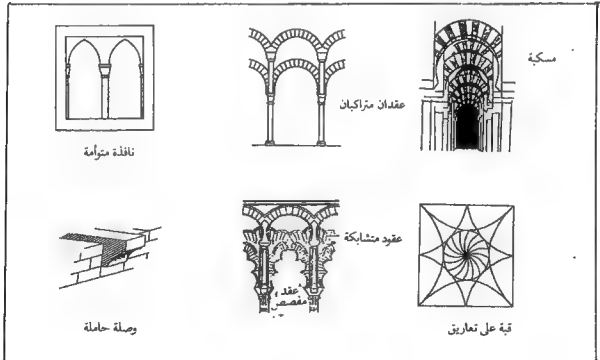
(الأشكال ١٩ - ٢١)

٣ - العقود المتراكبة Lapping Arches

(شكلا ١٩ ، ٢٢)

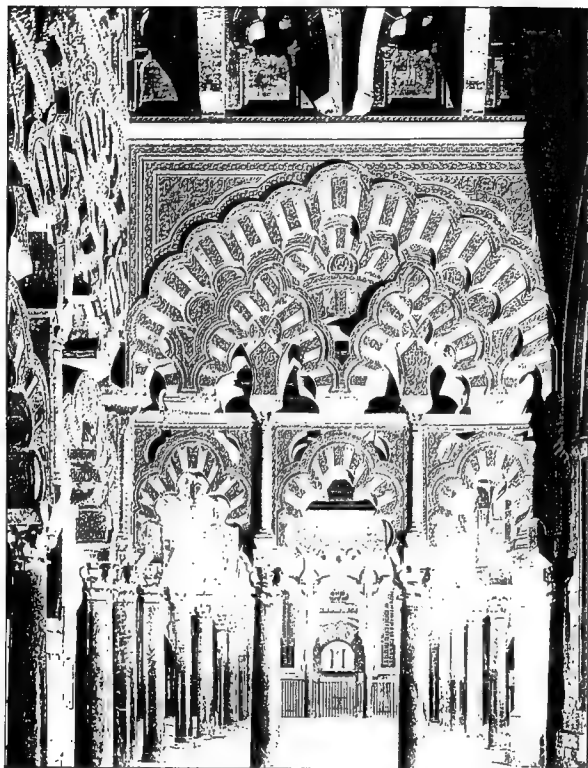
٤ - المسكبة (شكلا ١٩ ، ٢٢)

هذا وقد اقتبس الغرب كثيرا من أشكال العقود التي ظهرت في الحضارة الاسلامية ، كالعقد الحدوي وتنوعاته (الأشكال ١٦ - ١٨) ، والعقد المدبب (شكلا ١٧ ، ١٨) ، والعقد المفصص (الأشكال ١٨ - ٢١) على سبيل المثال لا الحصر .



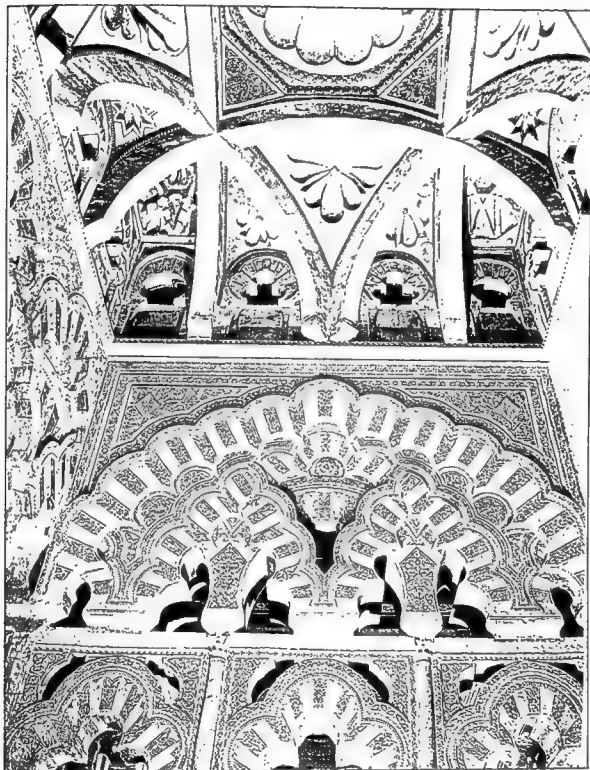
شكل (١٩)

أمثلة للعقد المتراكبة والمتشابكة ، والمسكبة ، وقبة على تعاريق ، ونافذة متوامة .



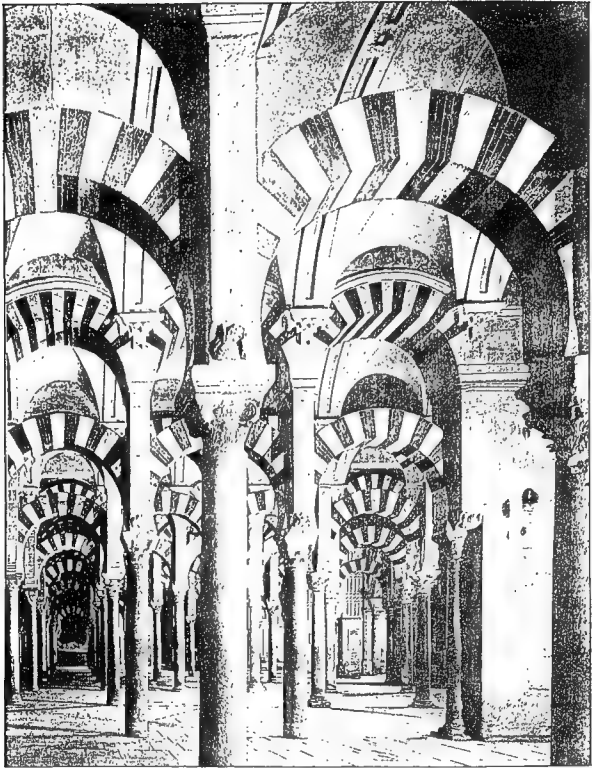
شكل (٢٠)

مثال للعقود المنصصة والمتشابكة في الجامع الكبير بقرطبة، ويظهر - في الخلف - محراب الحكم الثاني.



شكل (٢١)

أهل عراب الحكم الثاني مع القبة ذات التمازيق بالجامع الكبير بقرطبة.



شكل (٢٢)

مثال للعقود المتراكبة والمسكبة من مسجد عبدالرحمن الأول بالجامع الكبير في قرطبة.

١، ٦، ١، ٢ - النوافذ

تجدر الإشارة هنا إلى أن المسلمين قد استعملوا في عمارتهم ثلاثة أنواع من النوافذ هي :

Through Windows

- النوافذ المفتوحة

Blind Windows

- النوافذ العمياء

(غير النافذة)

Twin Windows

- النوافذ المتوأمة

(شكل ١٩)

١، ٦، ١، ٣ - القباب

لعل المحاولة الناجحة الأولى لتغطية المباني بالقبة ترجع الى القرن الخامس قبل الميلاد، إذ أنه قد عثر في دِير أبي النجا بمصر على قاعدة مربعة أنشئت عليها قبة مستديرة، وكان أسلوب الانتقال من الشكل المربع إلى الشكل المستدير باستخدام مداميك، حيثُ يحمل قالب طوب على ركن المربع، ثم تأتي الطوبة الثانية لتبرز عن الأولى قليلاً إلى الداخل وهلم جرا، لتصل إلى شكل قريب من الاستدارة تُنشأ عليه القبة. وتُعتبر قبة مسجد الصخرة بالقدس من أولى القباب التي استخدمت في العمارات الإسلامية وكان ذلك عام ٧٢٢هـ = ٦٩١م، وتقوم القبة على بناء مضمن الشكل يتكون من اعمدة وأكتاف، وتضم الرقبة الأسطوانية للقبة ست عشرة نافذة.

ولقد كانت عملية تغطية الفتحة المربعة بقبة مستديرة تمر بمرحلتين هما :

مرحلة الانتقال الأولى : من الشكل المربع إلى الشكل المثلث، وذلك بقصد انقاص الزوايا الجانبية.

ومرحلة الانتقال الثانية : من الشكل المثلث إلى الشكل تام الاستدارة، وقد تحقق ذلك باستخدام

مقرنصات Squinches تشبه المحار، أو مثلثات كروية مقلوبة في أركان المثلث.

ويقدم شكل (٢٣) نماذج لأشكال متنوعة لقباب المساجد المستعملة في مشرق العالم الاسلامي

ومغربيه، كما يبين شكلاً (٢٤) ، (٢٥) مثالين لنخرفة القبة من الخارج (شكل ٢٤) ومن الداخل (شكل ٢٥).

١، ٦، ١، ٤ - المآذن - المنارات

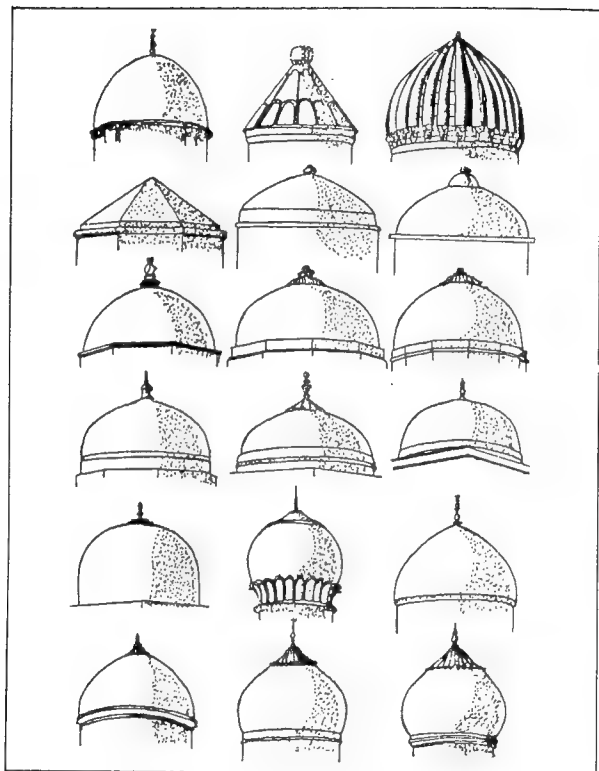
مدخل

لم تكن هناك على عهد رسول الله الكريم أية مآذن، حيث كان يكتفي بالأذان بالارتقاء على ظهر

المسجد أو على أعلى بناء حوله.

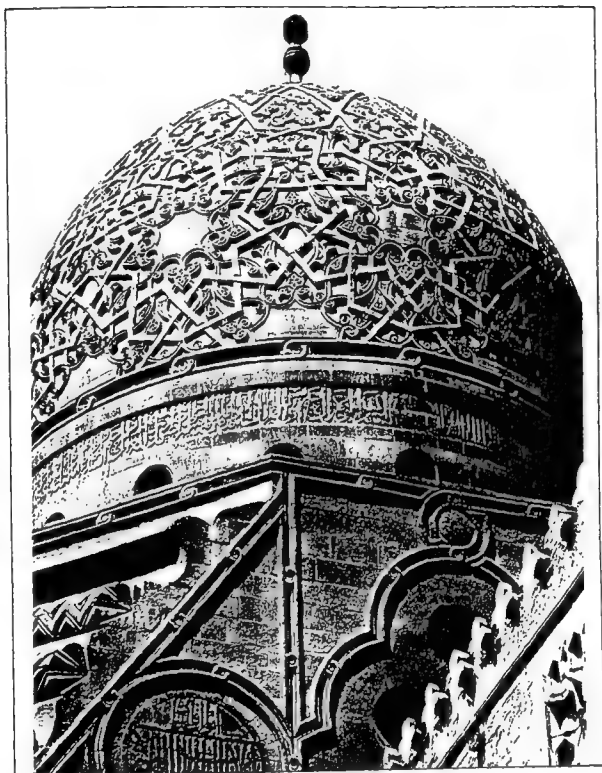
وكلمة المآذنة تنتسب إلى الأذان للصلاة، وكمراذف لهذه الكلمة استعملت كلمة المنارة باعتبار أن

المآذن الأولى في مصر وفي شمال افريقيا (على شاطئ البحر الابيض المتوسط) قد شيدت على منوال منارة



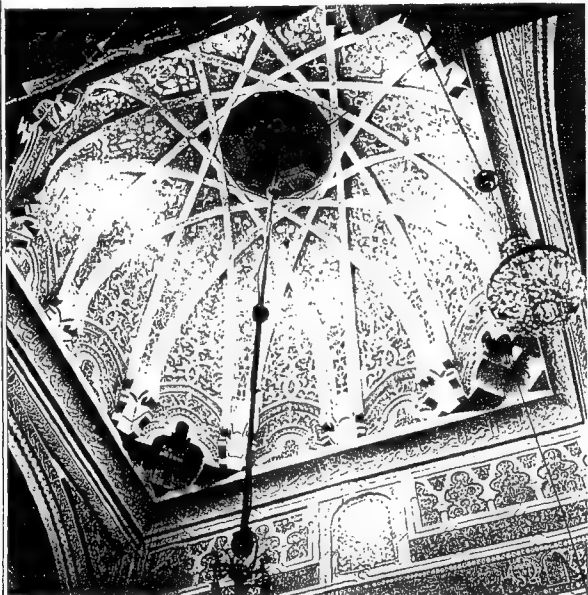
شكل (٢٣)

أمثلة من القباب المستعملة في العالم الإسلامي.



شكل (٢٤)

قبة السلطان قايتباي بالقاهرة، وتجمع زخارفها بين الأشكال الهندسية والناصر النباتية.



شكل (٢٥)

قبة تملو محراب الجامع الكبير بطنلمسان بالجزائر، تزيينها من الداخل تعاريق وزخارف شريطية رائعة.

الاسكندرية التي كانت تضاء عند قمتها لتهدي السفن، فضلاً عن أن كلمة المنارة ربما تكون قد استخدمت في معنى مجازي أيضاً هو إنارة القلب بالايان عند الدعوة من على المنارة للصلاة، فهي بمثابة وسيلة لهدى الناس بنور الدين.

ولقد اقتبست المنارات أو المآذن الأولى في الإسلام أشكال الأبراج القديمة ذات الهيئة المربعة، كما امتد الاقتباس إلى منارة «فاروس» Pharos Lighthouse بالاسكندرية^(١) التي تعتبر أول منارة ضخمة في العالم (شكل ٢٦) وقد بدأ في تشييدها على جزر فاروس بالقرب من ساحل مدينة الاسكندرية في حوالي سنة ٢٨٣ قبل الميلاد، واستغرق بناؤها حوالي إحدى عشرة سنة، وترفع المنارة حوالي ١١١ متراً فوق قاعدتها المربعة، وتحمل عند قمتها أضواء لإرشاد السفن، وقد دمرت منارة الاسكندرية بفعل زلزال، وذلك سنة ١٣٠٧ أو ١٣٢٦م، وبذلك تكون هذه المنارة قد صمدت حوالي ستة عشر قرناً من الزمان، وهي آخر عجائب الدنيا السبع التي لم يبق منها في الوقت الحاضر سوى الهرم الأكبر بالجيزة بمصر.

هذا ويبين شكل (٢٧) بعض المراحل التي مرّت بها عمارة المآذن من القاعدة المربعة الى الاشكال الرشيق ذات الزخارف البديعة، كما يبين شكلاً (٢٨)، (٢٩) أمثلة عديدة للمآذن/ المنارات المستعملة في مساجد وجوامع العالم الاسلامي.

ونشير فيما يأتي إلى بعض مآذن ذات سمات خاصة.

منارة الاسكندرية بوصف ابن جبير^(٢)

(٥٣٩هـ - ١١٤٤م) = (١٢١٧ - ١١٤٤م)

عن منار الاسكندرية يقول ابن جبير في كتابه «رحلة ابن جبير»^(٣) :

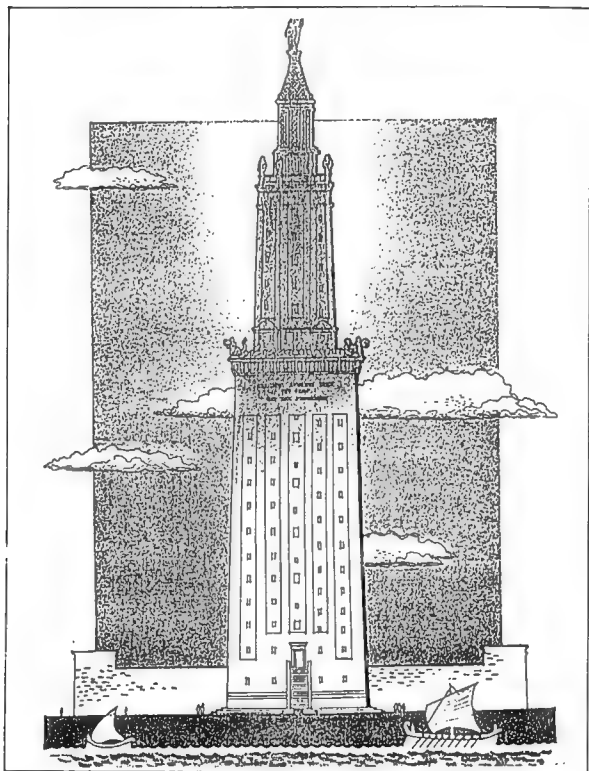
«ومن أعظم ما شاهدناه من عجائبها المنار الذي قد وضعه الله عز وجل على يدي من سخر لذلك آية للمتوسمين، وهداية للمسافرين، لولاه ما اختلفوا في البحر الى بر الاسكندرية، يظهر على أزيد من سبعين ميلاً. ومبناه في غاية العتاقة والوثاقة طولاً وعرضاً، يزاحم الجوّ سمواً وارتفاعاً، يقصر عنه الوصف، وينحسر دونه الطّرف، الخبر عنه يضيق، والمشاهدة له تتسع.

زرعنا أحد جوانبه الأربعة فألفينا فيه نيفا وخمسين باعاً، ويذكر أن في طوله أزيد من مئة وخمسين قامة، وأما داخله فمرأى هائل، اتساع معارج ومدخل، وكثرة مساكن، حتى أن المتصرف فيها والوالج في مساكنها ريباً ضل، وبالجملّة لا يحصّلها القول، والله لا يخليه من دعوة الاسلام ويبقيه...».

(١) عاش الاسكندر الأكبر - مؤسس مدينة الاسكندرية - في الفترة من ٣٥٦ ق.م. حتى سنة ٣٢٣ ق.م. وأسس مدينة الاسكندرية سنة ٣٣١ ق.م. وقد احتلت الاسكندرية مركزاً حضارياً مرموقاً في العالم، ففي القرن الأول قبل الميلاد كانت الاسكندرية أكبر مدن العالم، وكان ذلك في عهد أوغسطس Augustus الذي حكم في الفترة الممتدة من ٦٣ ق.م. حتى سنة ١٤م.

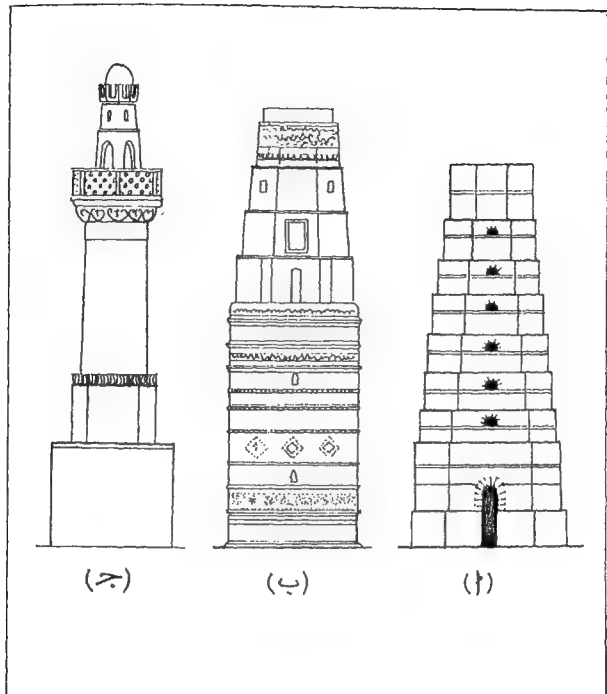
(٢) هو ابوالحسن محمد بن أحمد بن جبير الكنتاني الأندلسي.

(٣) منشورات دار مكتبة الهلال، بيروت، الطبعة الثانية، سنة ١٩٨٦م، صفحة ١٤.



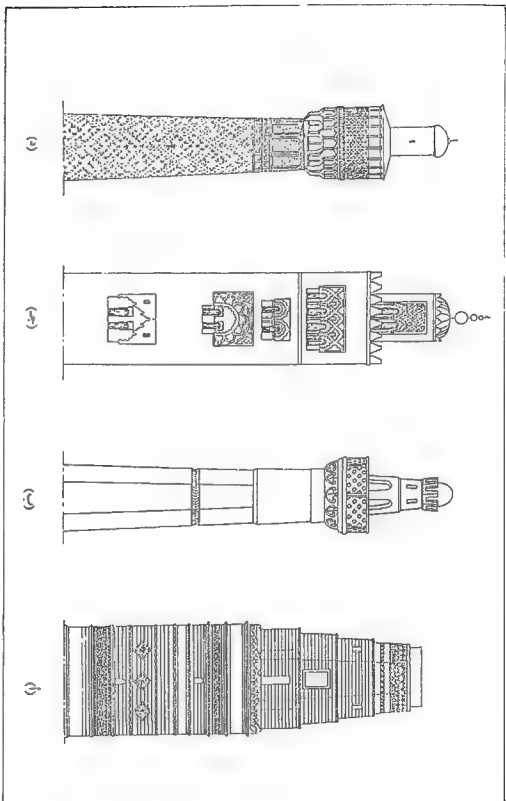
شكل (٢٦)

منارة فاروس بالاسكندرية (٢٨٣ ق. م. - ١٣٢٦ م) وكانت إحدى المعجانات السبع في العالم القديم.



شكل (٢٧)
مراحل تطور المئارة / المئارة.

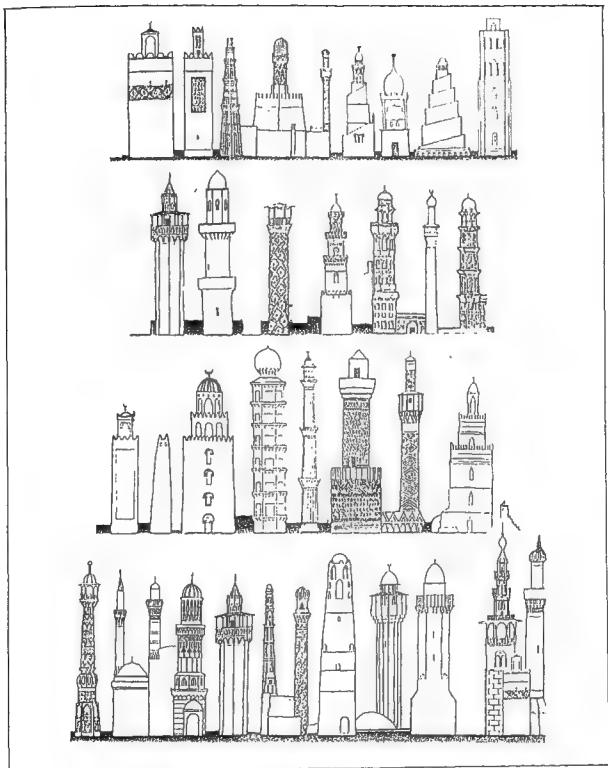
- (أ) الطراز الروماني للمئارات (مئارة فاروس دوفر).
 (ب) المئارة الغربية لمسجد الحاكم بأمر الله بالقاهرة.
 (ج) طراز متأخر من المأذن يبدأ بقاعدة مربعة ، يملؤها وسط مشتمن ، ويتهيأ بقمة أسطوانية.



شكل (٢٨)
 مناجح من المآذبات / المآذبات في مدن مختلفة من العالم الإسلامي.

(ج) مئذنة مسجد الكعبة بمكة المكرمة.
 (د) مئذنة مسجد شجر باغ باصفهان (Chahar Bagh Mosque)

(أ) المآذنة الغربية لمسجد الحاكم بأمر الله بالقاهرة.
 (ب) مئذنة المسجد الحرام بمكة المكرمة (Najm, Iran)



شكل (٢٩)

أمثلة لأشكال متعددة من المآذن المستعملة في مشارق العالم الإسلامي ومغاربه.

أولى المآذن (القرن الأول الهجري)

تعد أول مئذنة تشييد في الإسلام تلك المنارة التي بناها مسلمة بن مخلد لجامع عمرو بن العاص بمصر، بناء على أمر الخليفة معاوية بن أبي سفيان، ويقال إن مسلمة كان قد رأى منارة الاسكندرية فأنشأ المئذنة الأولى في الإسلام على غرارها.

وتعتبر أقدم مئذنة لا تزال قائمة حتى اليوم مئذنة جامع القيروان بتونس، وكان قد بدأ تشييد الجامع عقبه بن نافع سنة ٥٠هـ = ٦٨٠م، أما المئذنة الباقية فقد أقامها الخليفة الأموي هشام بن عبد الملك سنة ١٠٥هـ = ٧٢٣م.

المنارات الملوثة

(القرن الثالث للهجرة)

المنارة أو المئذنة الملوثة هي منارة مسجد سامراء الكبير التي شيدها الخليفة المتوكل العباسي (٢٣٤ - ٢٣٧هـ) = (٨٤٩ - ٨٥٢م)، ويقوم على قاعدة مربعة متصلة بالمسجد، ترتفع عليها طبقة أسطوانية تستدق كلما اتجهنا صعودا، وتنتهي المئذنة بطبقة مثمثة، ومن فوق القاعدة شيد سلم حلزوني خارجي يدور حول البناء صعودا في اتجاه الطواف (عكس اتجاه عقارب الساعة)، وعلى هذا النمط بنيت منارة مسجد أحمد بن طولون^(١) (٢٦٣ - ٢٦٥هـ) = (٨٧٦ - ٨٧٨م) عند سفح جبل المقطم في القاهرة، كذا مئذنة جامع أبي دلف بمدينة سامراء، وقد اقتبس هذا الطراز من المآذن عن المعابد السومرية والبابلية.

المآذن المربعة

(القرن السادس الهجري)

هناك مجموعة من المآذن تشترك في هيئتها المربعة التي تشبه في شكلها العام منارة الاسكندرية الشهيرة، وكانت هذه المنارة تتكون من طبقات ثلاث، تدخل كل طبقة منها في الطبقة التي تحتها، بحيث إنها تتخذ شكل البرج المدرج.

من هذه المنارات والمآذن نذكر على سبيل المثال:

١ - منارة جامع القيروان بتونس، شكل (٣١).

٢ - منارة جامع الكتيبة بمدينة مراكش.

٣ - مئذنة جامع اشبيلية بالأندلس، وقد حولت الى برج كاتدرائية عرفت باسم جيرالدا (La Giralda).

٤ - مئذنة جامع حسان بمدينة الرباط بالمغرب.

ويرجع تاريخ تشييد هذه المآذن جميعها الى القرن ٦هـ = القرن ١٢م.

(١) راجع شكل (٣٠).

منارة مسجد إشبيلية

تعد منارة مسجد إشبيلية بالأندلس من أروع المآذن الإسلامية، وقد شيدها الخليفة أبويعقوب يوسف سنة ٥٨٤هـ = ١١٨٨م على مثال منارة جامع حسان، وجامع الكتبية المتقدم ذكرهما.

وقد تحولت هذه المنارة الى برج كنسي يعرف اليوم باسم برج «الخيزالدا»، وهي تحويل للكلمة الإسبانية خيزالدا بمعنى الدوارة، حيث إن السهم المركب في أعلاه يكاد يكون دائم الدوران من شدة الريح عند هذا العلو الذي يبلغ حوالي ٩٦ مترا.

المنارات التركية

تمتاز هذه المنارات بنحافتها البالغة وانتهائها بقمة مخروطية مدببة، فحق تشبيهها بالقلم الرصاص، وقد أخذ العثمانيون هذا الطراز الاسطواني الطويل المشوق عن أسلافهم السلاجقة، وتنتمي الى هذا الطراز مآذن مسجد السلطان أحمد باستانبول، ومسجد محمد علي بحي القلعة بالقاهرة.

منارات العصر المملوكي

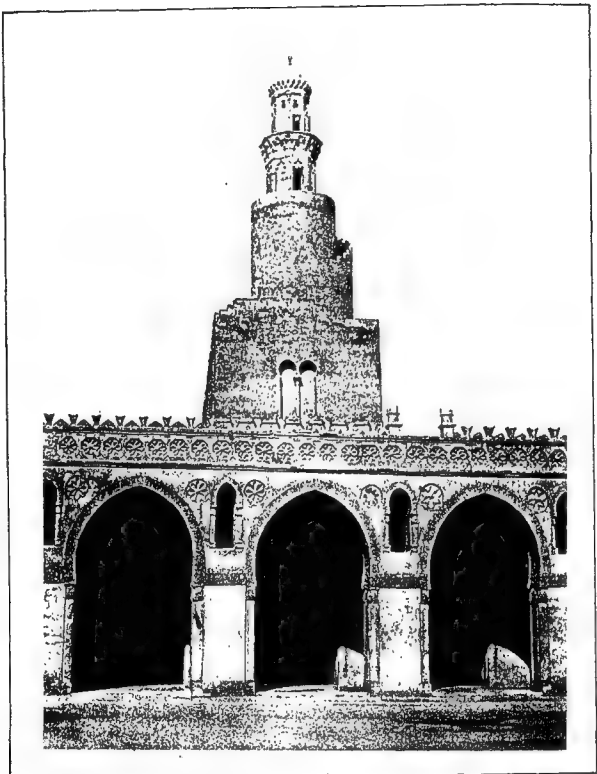
انتشرت هذه المنارات في الفترة الممتدة من القرن ٧هـ الى القرن ١٠هـ (القرن ١٣م - القرن ١٦م)، ويتكون معظمها من ثلاثة طوابق ذات أشكال مربعة ومثمنة ومستديرة على التوالي.

منارات متعددة الرؤوس

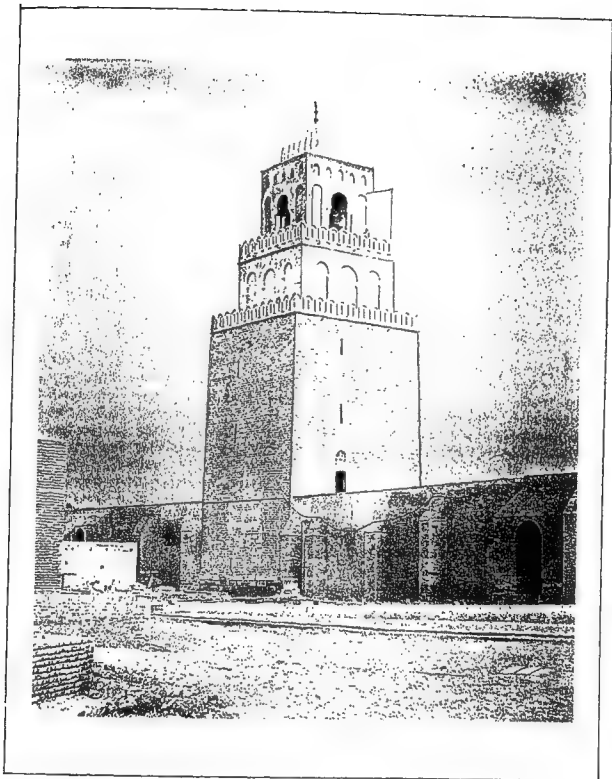
برزت ظاهرة تعدد الرؤوس في عدد من المآذن في مصر ابتداء من القرن ٨هـ (القرن ١٤م)، حيث نجد رؤوسا مزدوجة لكل من مثانة جامع قايتباي الرماح بحي القلعة، ومثانة السلطان الغوري بالجامع الأزهر، كما اشتملت مثانة مدرسة السلطان الغوري بحي الغورية بالقاهرة على أربعة رؤوس.

أعلى مثانة في العالم الإسلامي

تعتبر مثانة «مسجد الفتح» أو «مسجد أولاد عنان» الكائنة بساحة محطة مصر بالقاهرة أعلى مثانة في العالم الإسلامي المعاصر شكل (٣٢)، حيث يبلغ ارتفاعها ١٣٠ مترا، وقد استغرق بناء المسجد عشرين سنة كاملة، ويشغل المسجد مساحة قدرها ثلاثة آلاف مترا مربعا، وتعتبر هذه المثانة فريدة في نوعها نظرا لحجمها ودقة زخارفها وجمالها، ويوجد بداخل المثانة مصعد داخلي فضلا عن سلم خرساني لولبي يصل من أسفلها الى أعلاها. أما القبة الرئيسية للمسجد الجامع فيصل ارتفاعها ٤٢ مترا عن صحن المسجد.

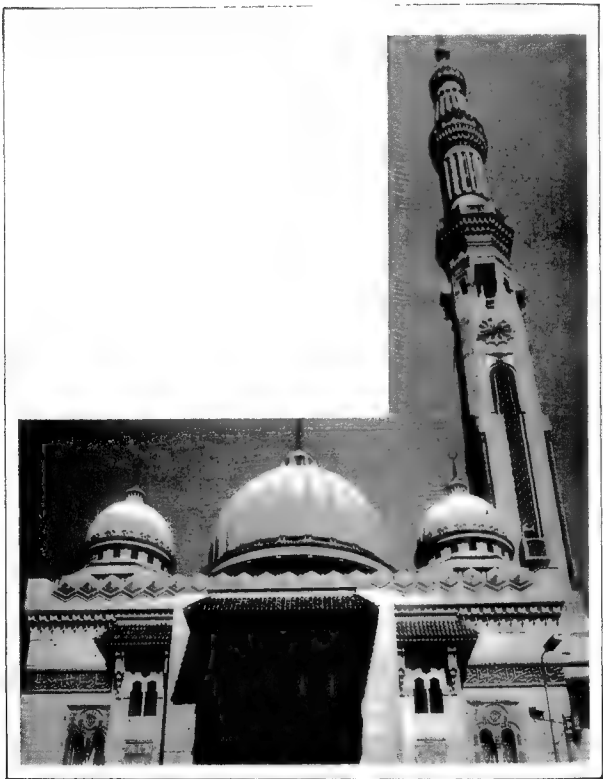


شكل (٣٠)
 المنارة الازهرية لمسجد أحمد بن طولون بالقاهرة. (القرن ١٢هـ = القرن ١٢م).



شكل (٣١)

منذنة الجامع الكبير بالقيروان بتونس (١٠٦ - ١٠٩ هـ) = (٧٢٤ - ٧٢٧ م).



شكل (٣٢)

أعلى مئذنة في العالم الإسلامي المعاصر، وهي مئذنة «مسجد الفتوح» (أو مسجد أولاد عثمان) بساحة المحطة بالقاهرة، حيث يبلغ ارتفاع هذه المئذنة ١٣٠ متراً.

١, ٦, ١, ٥ - المحارِب

المحراب (Niche) هو ذلك العنصر الذي يحدد اتجاه القبلة في المساجد والجوامع، وهو بالتالي محط أنظار المتجهين صوب الكعبة المشرفة للصلاة، ومن ثم فقد حظي المحراب باهتمام القائمين على الزخرفة، حيث تنوعت أساليبها ما بين تكوينات هندسية وأشكال نباتية وخطوط زخرفية، وتضم الأشكال (٢٠)، (٤٦)، (٥١)، (٨٧)، (٩١)، (٩٢) أمثلة لبعض زخارف المحارِب...

١, ٦, ١, ٦ - نماذج من البدايات الأولى للعمارة الإسلامية

١ - قبة الصخرة بالقدس الشريف (٦٦ - ٨٧ هـ) = (٦٨٥ - ٧٠٥ م) وقد أدخلت على هذا البناء عدة تعديلات في وقت متأخر، لاسيما سنة ٩٦٩ هـ = ١٥٦١ م حيث تمت تغطية الجدران الخارجية بالقاشاني الفارسي والجدران الداخلية بالمرمر.

٢ - كانت المآذن الأولى في الشام أبراج كنائس عدلت لتصبح مآذن، وقد بُنيت مئذنة جامع القيروان بتونس (١٠٦ - ١٠٩ هـ) = (٧٢٤ - ٧٢٧ م) على هذا النمط.

٣ - يعتبر الجامع الكبير بقرطبة بالأندلس (١٧٠ - ٣٨٠ هـ) = (٧٨٦ - ٩٩٠ م) مثالا متقنا للنماذج الأولى للعمارة الإسلامية، وفيه ألقى كل من ابن حزم (٣٨٤ - ٤٥٦ هـ) = (٩٩٤ - ١٠٦٤ م)، وابن رشد (٥٢٠ - ٥٩٥ هـ) = (١١٢٦ - ١١٩٨ م) دروسها.

ويشتمل هذا البناء من ابتكارات الفكر الإسلامي المبدع على العناصر الآتية:

١ - عقود حلزونية مدورة (طاق حذوي).

٢ - عقود مفصصة.

٣ - عقود متشابكة.

٤ - عقود متراكبة.

٥ - نوافذ عمياء ذات عقود مضاعفة.

٦ - نوافذ عمياء ذات عقود متقاطعة.

٧ - قباب ذات روافد مصلبة.

٨ - قباب مرفوعة على تعاريق ذات شكل نجمي.

١, ٦, ١, ٧ - نماذج من انجازات العمارة الإسلامية

(أ) من القصور

١ - قصر الحير (١١٠ - ١١١ هـ) = (٧٢٨ - ٧٢٩ م).

- ٢ - قصر التوبة بالقرب من عمان.
- ٣ - قصور اخيضر وسامراء بالعراق في العصر العباسي.
- ٤ - قصر الحمراء بغرناطة (٧٠٩ - ٧٥٥ هـ) = (١٣٠٩ - ١٣٥٤ م)، وفيه تظهر العقود المقرنصة، والأعمدة ذات التيجان.

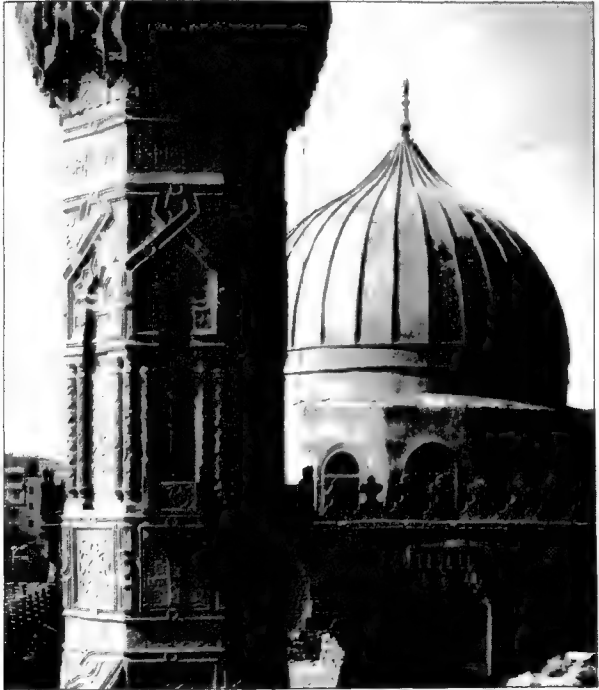
(ب) من الجوامع والمساجد

- ١ - الجامع الكبير بقرطبة (١٧٠ - ٣٨٠ هـ) = (٧٨٦ - ٩٩٠ م)، وقد سبقنا الإشارة اليه.
- ٢ - مسجد بوفنتاة بسوسة في تونس (٢٣٦ - ٢٣٧ هـ) = (٨٥٠ - ٨٥١ م).
- ٣ - المسجد الكبير في سامراء بالعراق (٢٣٤ - ٢٣٧ هـ) = (٨٤٩ - ٨٥٢ م).
- ٤ - جامع ابن طولون بالقاهرة (٢٦٣ - ٢٦٥ هـ) = (٨٧٦ - ٨٧٨ م).
- ٥ - الجامع الأزهر بالقاهرة (٣٦٠ هـ = ٩٧٠ م).
- ٦ - جامع اشبيلية ومثذنته الشهيرة «الجير الداء» (٥٥٤ هـ = ١١٥٩ م).
- ٧ - مسجد تميز بفارس (٦٠١ هـ = ١٢٠٤ م).
- ٨ - مسجد السلطان بربوق بالقاهرة (٧٨٦ هـ = ١٣٨٤ م).
- ٩ - مجموعة المساجد التي بناها عبد المّان سنان باشا المعيار (٨٩٥ - ٩٨٦ هـ) = (١٤٨٩ - ١٥٧٨ م)، ومنها: مسجد شاه زاده باستانبول (٩٥٥ هـ = ١٥٤٨ م)، شكل (٣٢). مسجد السليمانية باستانبول (٩٥٦ - ٩٦٥ هـ) = (١٥٤٩ - ١٥٥٧ م) (مسجد السلطان سليمان الأول - القانوني)، شكلا (٣٣)، (٣٤). مسجد السلطان سليم في أدرنة بتركيا (٩٧٦ - ٩٨٢ هـ) = (١٥٦٨ - ١٥٧٤ م)، شكل (٣٥).
- ١٠ - مسجد إصفهان بفارس (٩٩٤ هـ = ١٥٨٥ م).

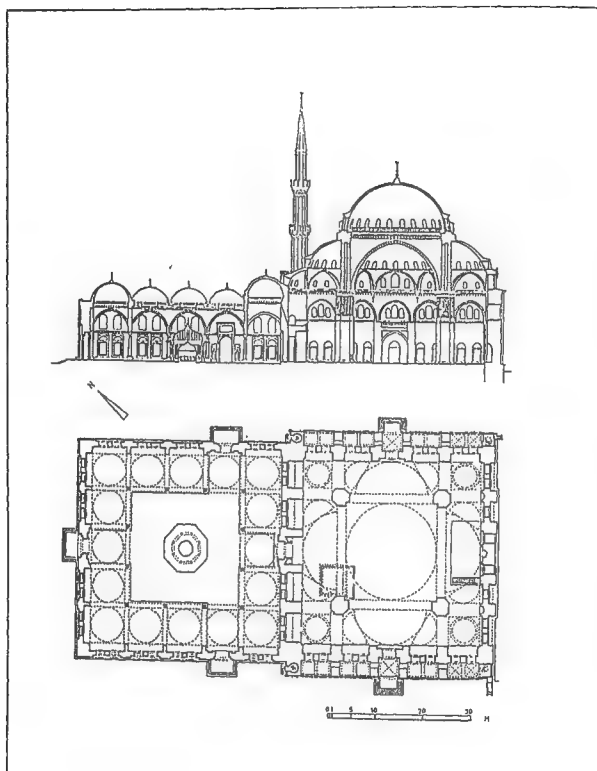
٨, ١, ٦, ١ - بعض السمات البارزة في العمارة الإسلامية

- ١ - ابتكار أشكال جديدة من العقود المفردة والمجمعة، منها العقد الحدوي والعقد المقرنص، والعقد المتشابكة والمتقاطعة والمتراكبة.
- ٢ - بناء القصور العظيمة والجامع الكبيرة والمستشفيات الفسيحة.
- ٣ - بناء الأقبية من الحجارة والطوب.
- ٤ - توفير الأحياز المتسعة، منها الصحن والنافورة المركزية.
- ٥ - تدبير مساحات كبيرة في المساجد تعلوها القباب من الخارج مع بناء المحاريب لتحديد اتجاه القبلة في الداخل.
- ٦ - كساء الأسطح بالزخارف البارزة والمحفورة والمرسومة والملصقة.
- ٧ - ابتداء فن الرقش العربي المعروف بالأرابيسك: Arabesque، وتتكون عناصره من مجموعتين هما: (أ) العناصر الهندسية البسيطة والمركبة والمتداخلة.

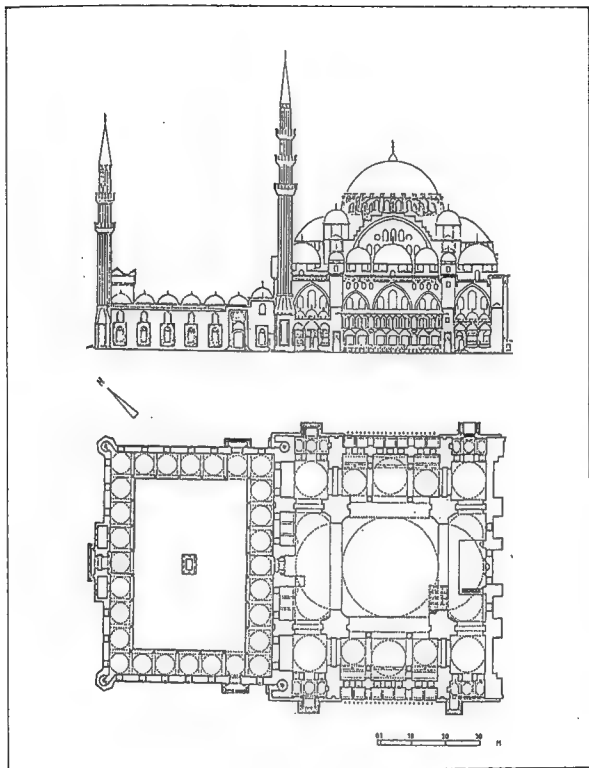
(ب) العناصر النباتية المحورة عن الطبيعة .
 وقد أخذ المسلمون بهذا المنحنى تحززا من التورط في رسم او نحت التماثيل ، وهو امر مكروه في الاسلام
 خوفاً من الانزلاق الى ساحة الاصنام .



شكل (٣٣)
 مثانة الجامع الازهر الشريف بالقاهرة (٣٦٠ - ٣٦٢ هـ) = (٩٧٠ - ٩٧٢ م).

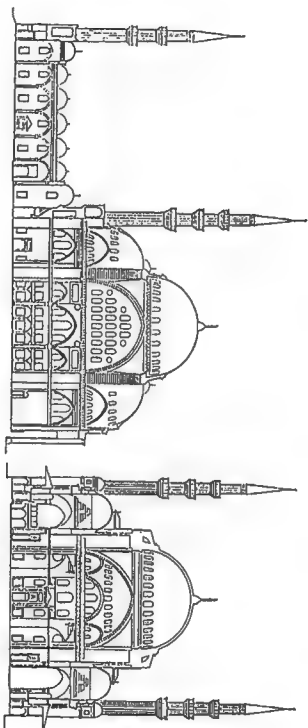


شكل (٣٤)
 قطاع رأسي ومسقط أفقي لمسجد شاه زاده باستانبول. (من أحياء ستان باشا المعيار - القرن ١٠ هـ = ١٦ م).

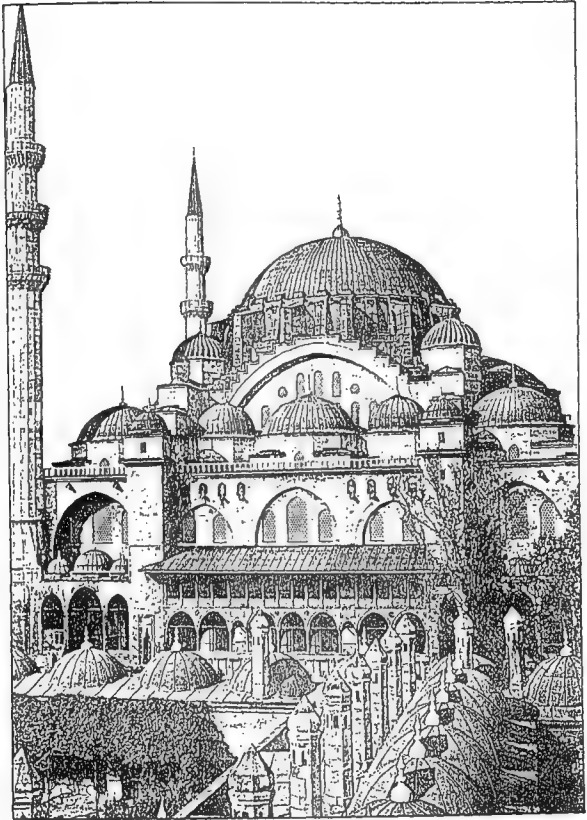


شكل (٣٥)

مسقط رأسي ومسقط أفقي لمسجد السليمانية باستانبول (من أعمال ستان باشا المعمار - القرن ١٠ هـ - ١٦ م)

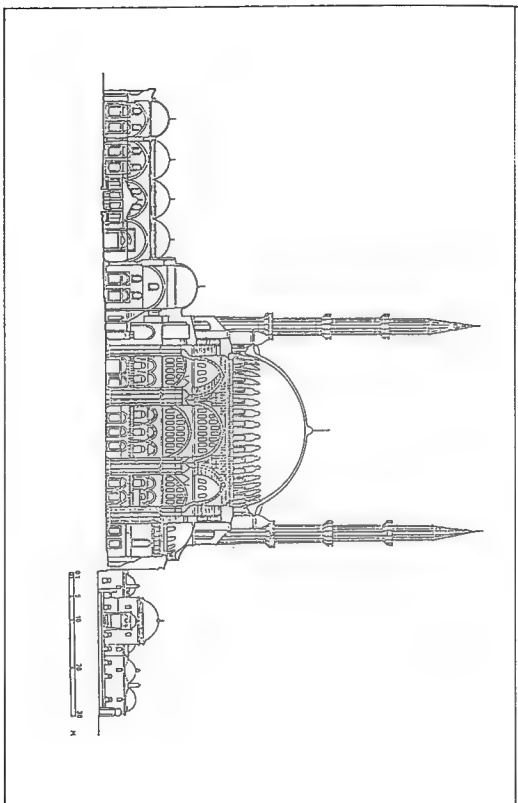


شكل (٣٦)
 قطاع طولى وقطاع جانبي لمسجد السلطنة بستانبول (من أعين سلطان بستان المعمر - القرن ١٠ هـ - ١٦ م)

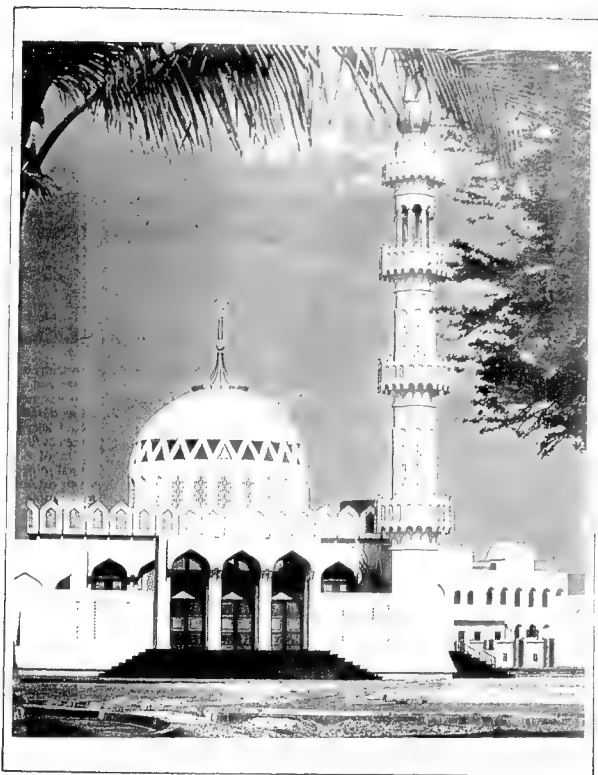


شكل (٣٧)

منظر عام لمسجد السلليمانية باستانبول (من أعمال ستان ياشا المعماري - القرن ١٠ هـ = ١٦ م)



شكل (٣٨)
 قاعة طلي مسجد السيدة بآدمية بتركيا (من أعمال سنان باشا المير - القرن ١٠ هـ = ١٦ م)



شكل (٣٩)

مثال من العمارة الإسلامية المعاصرة لمسجد، تعتمد الزخرفة فيه على العناصر الهندسية.

١,٦,٢ - العناصر الجمالية

١,٦,٢,١ - المقرنصات - الدلايات

تُعزى الى عرب الشام فكرة استخدام المثلثات الكروية للانتقال من البناء المربع الى القبة تامة الاستدارة، كما ينسب الى أهل العراق أسلوب تحويل المربع الى دائرة (تُغطى بقبة) بوضع حنية في الأركان. منها حنية المقرنص التي كانت تتخذ هيئة تجويف ذي رأس من قبة نصف دائرية.

ولقد استخدمت الدلايات (Stalactites) أو الرؤوس المندبة . التي تشبه خلايا النحل (Honey comb) في تغطية البناء المربع عند اتصاله بقبة مستديرة، شأنها في ذلك شأن المقرنصات (Squinches)، كما استخدمت الدلايات في زخرفة المحاريب والعقود (الأشكال ٤٠ الى ٤٨).

١,٦,٢,٢ - الرقش العربي

إن تعاليم الدين الاسلامي الحنيف تحض على الابتعاد عن نحت التماثيل وعمل الرسوم الأدمية والحيوانية، مما حدا بالفنان المسلم الى الاتجاه الى ابتداء الزخارف الهندسية (الأشكال ٤٩ - ٦١)، والزخارف النباتية (الأشكال ٦٣ - ٧٤)، وهو الفن الذي عرف بفن الرقش العربي: الأرابيسك (Arabesque)، وقد انضم الى هذه الزخارف عنصر الخط العربي (Calligraphy) بأشكاله الجمالية المتباينة (الأشكال ٧٥ - ١٠٢)، وذلك منذ القرن الثاني للهجرة.

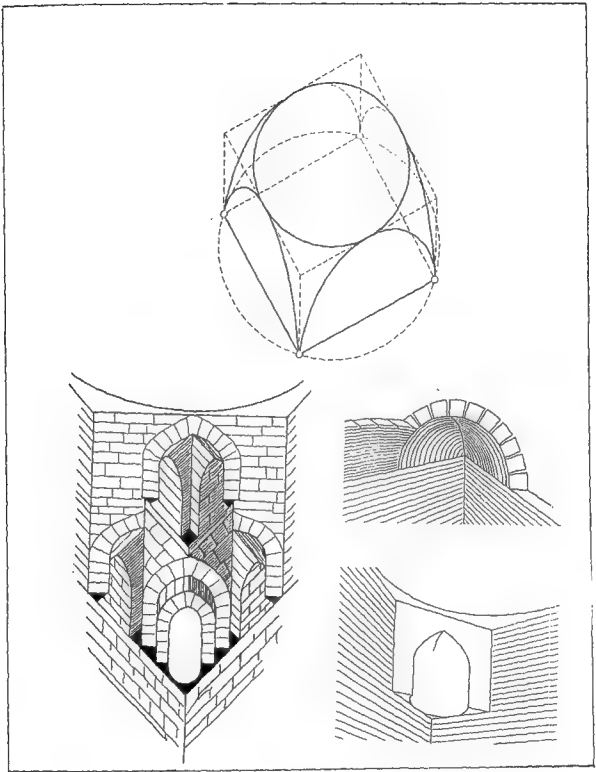
الزخارف الهندسية

إن هذا المنحى الذي اتبعه الفنان المسلم يتفق تماما مع الدعوة للبعد عن تصوير الانسان والحيوان، وقد أبدع فيه الفنان المسلم أيما إبداع، حيث استعان بالأشكال المضلعة المنتظمة من مربعات ومخمسات ومسدسات وغيرها، كذا بالدوائر المتشابهة والأشكال الهندسية عموما، وقد نتجت عن ذلك تكوينات هندسية نجمية وكوكبية متعددة غاية في الجمال والابداع (الأشكال ٤٩ - ٦١).

وتدل الدراسة المتعمقة للزخارف الهندسية الاسلامية وتحليل عناصرها، على أن الإبداع في هذا المجال لم يكن وليد موهبة طبيعية فذة لدى الفنان، وإنما ثبت أن مرء ذلك يعود الى اللام الوافر بأصول هندسة الأشكال أي الجومطريا (Geometry)، تلك الأصول التي كانت تنتقل من أساتذة هذه الصناعة الى طلبتها وممارسيها.

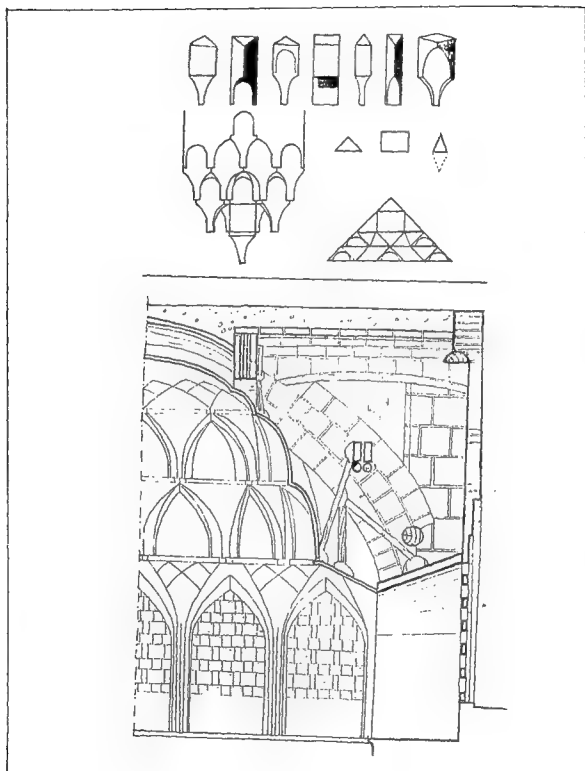
الزخارف النباتية

تعتمد هذه الزخارف على رسم أوراق الأشجار وسيقانها وأزهارها بأسلوب كلي أو جزئي، وبطريق منفرد أو مترابك أو مضفر، وقد تتخلله زخارف هندسية أو خطوط عربية. ويلاحظ أن الزخارف النباتية تطول سيقانها وأغصانها مما يبعد بها - عن قصد - عن الطبيعة، (الأشكال ٦٣ - ٧٤).

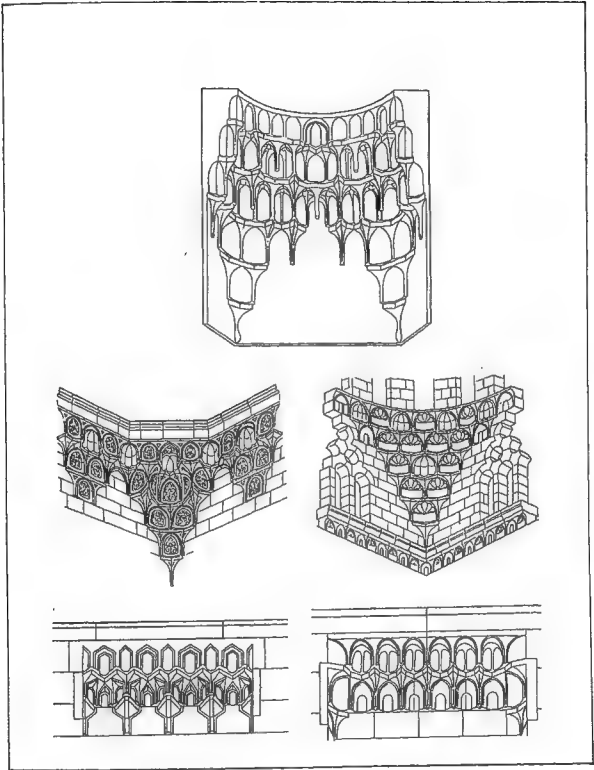


شكل (٤٠)

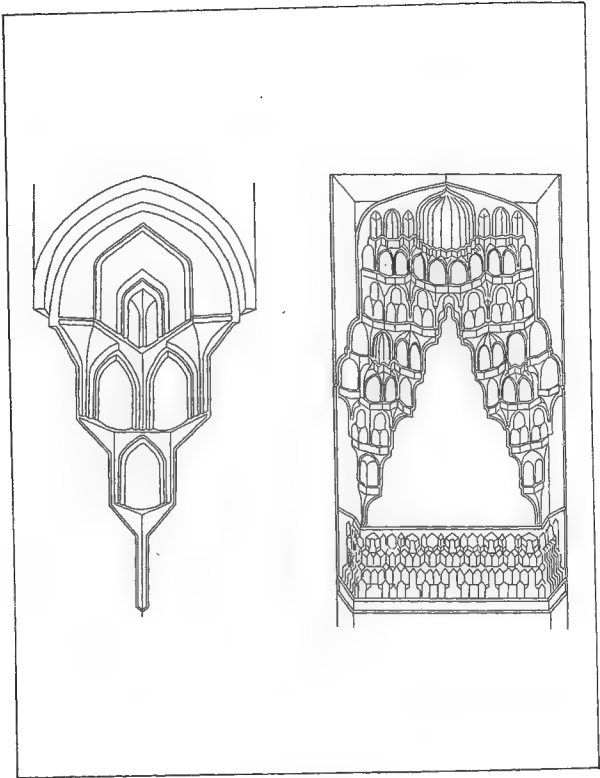
نماذج مبسطة من المقرنصات واستخدامها للانتقال من الشكل المربع إلى الشكل المستدير (مثلثات كروية) خارجية



شكل (٤١)
عناصر المقرنصات وطرق عملها في الأقبية.

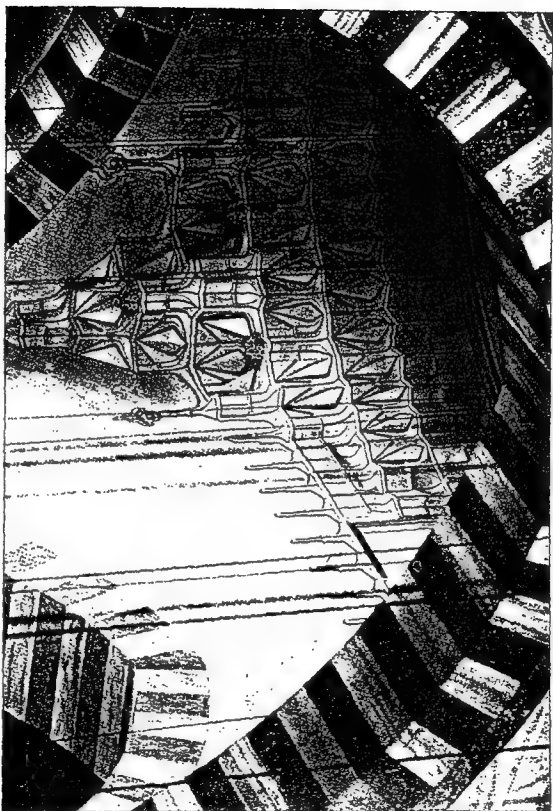


شكل (٤٢)
مقرنصات مُركبة شبيهة بخلايا النحل، داخلية وخارجية، مكونة من مثلثات كروية (Spherical Triangles).

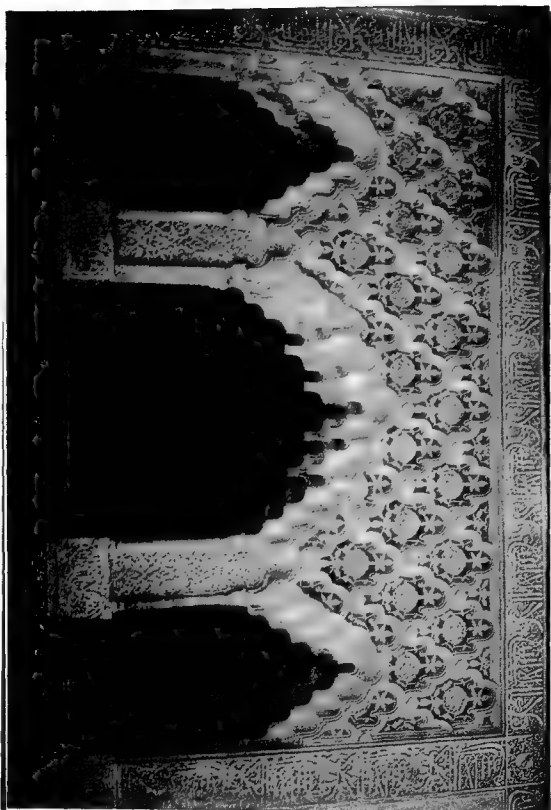


شكل (٤٣)

ترتيب صفوف من المقرنصات (Squinches) والدلايات أو الهابطات (Stalactites) لتحويل الشكل المربع الى الشكل المثلث لتسهيل تشييد رقبة أو قبة مستديرة .

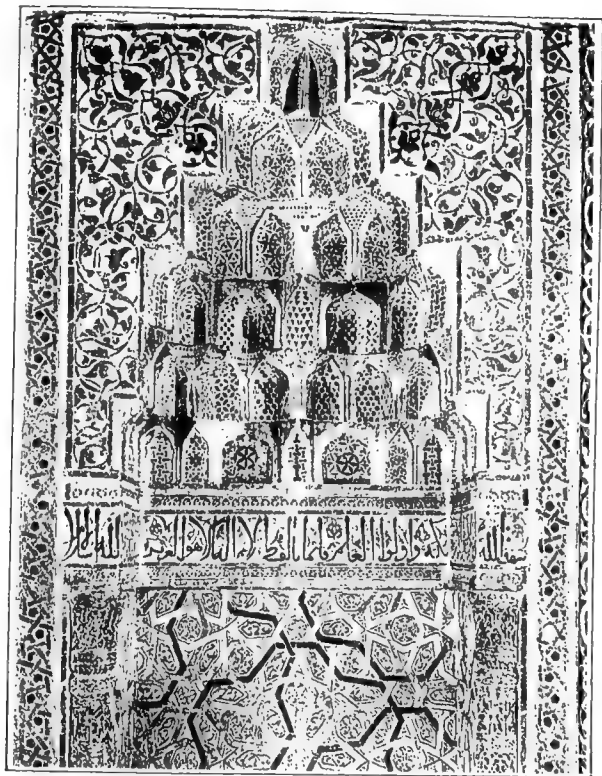


شكل (٤٤)
مقرنات متراكبة في أحد أركان القبة الرئيسية بمسجد السلطنة ببغداد - القرن ١٠ هـ = ١٦٠٠ م.

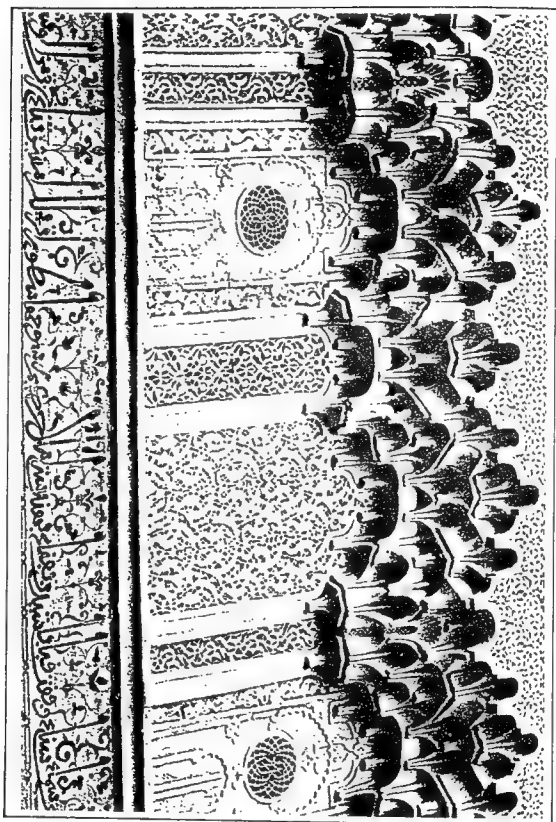


شكل (٤٥)

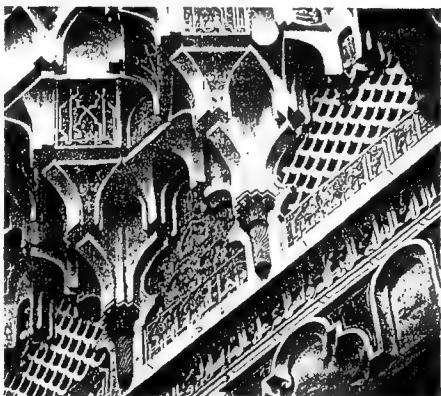
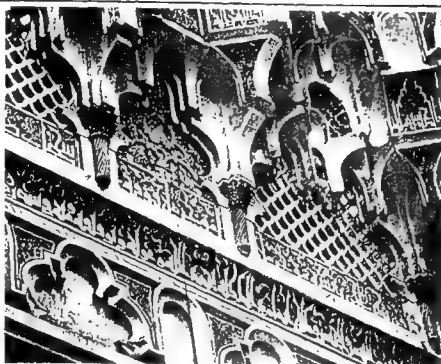
مقود مفرقة توتني إلى جزر الأسود، وقد زينت المقود بزخارف هندسية نباتية والأصناف، التي تنتشر في أرجاء قصر الحمراء بمرطلة.



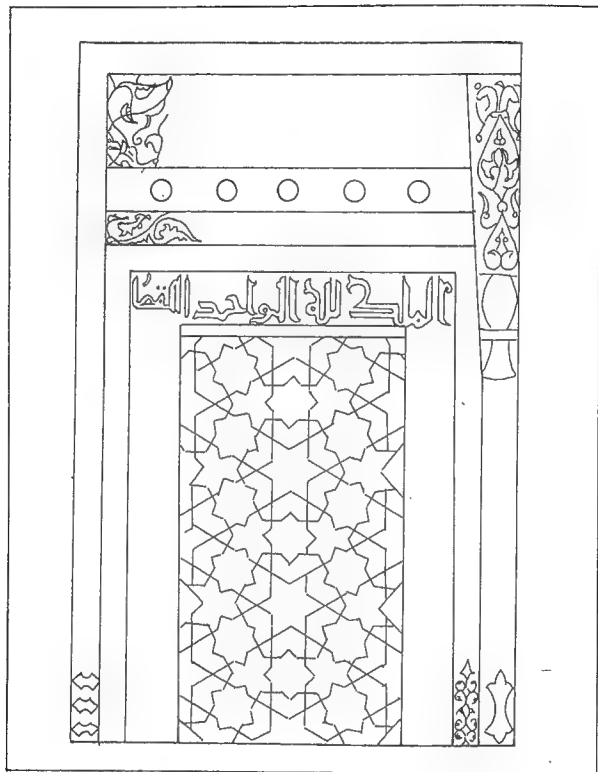
شكل (٤٦)
مقرنصات في محراب - من الفن الأندلسي.



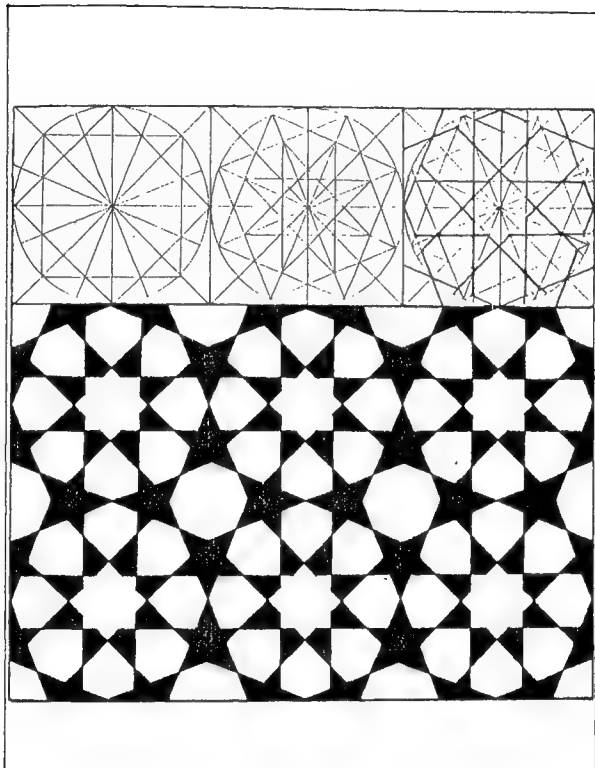
شکل (۴۷)
مقرنصات پهنانه طبرستان ابن یوسف پیراکش.



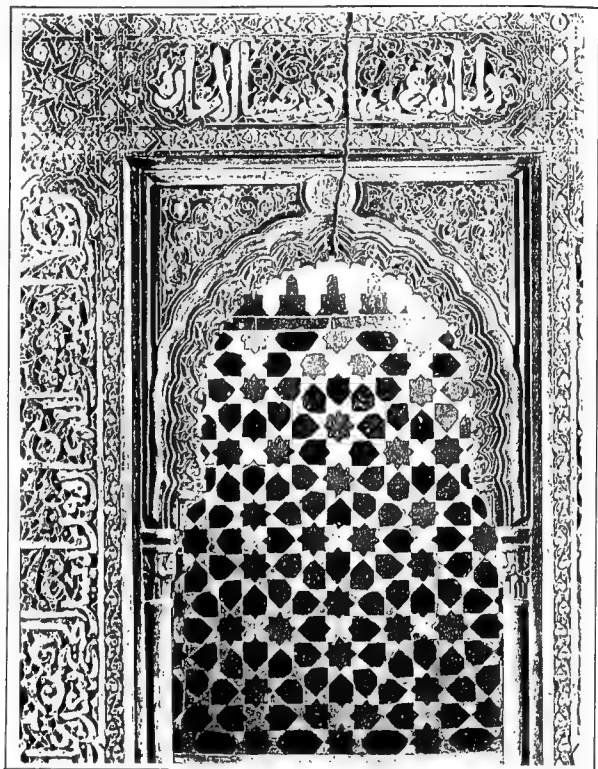
شكل (٤٨)
مقرنصات بجامع القرويين بمدينة فاس بالمغرب.



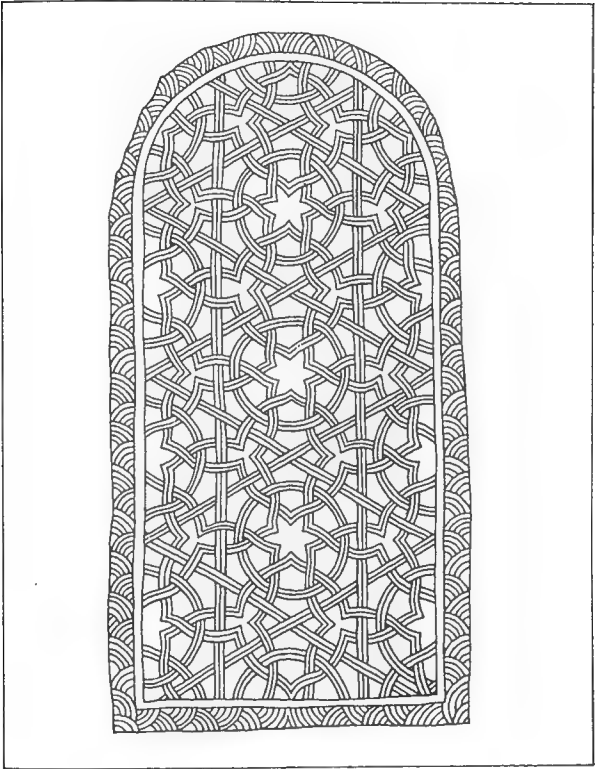
شكل (٤٩)
تخطيط زخارف باب بمناصر هلالية ونباتية وخطية.



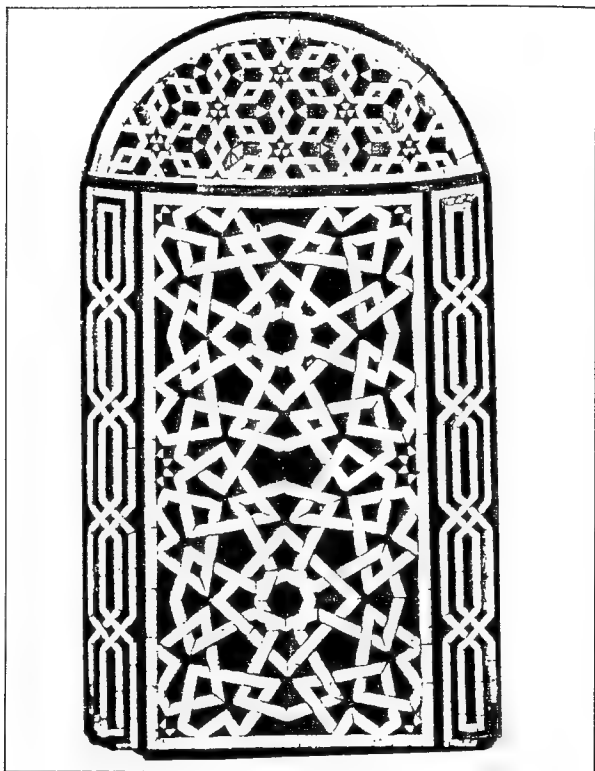
شكل (٥٠)
تسلسل الانشاءات الهندسية لعمل زخارف ذات مضلعات ونجوم مثمانية.



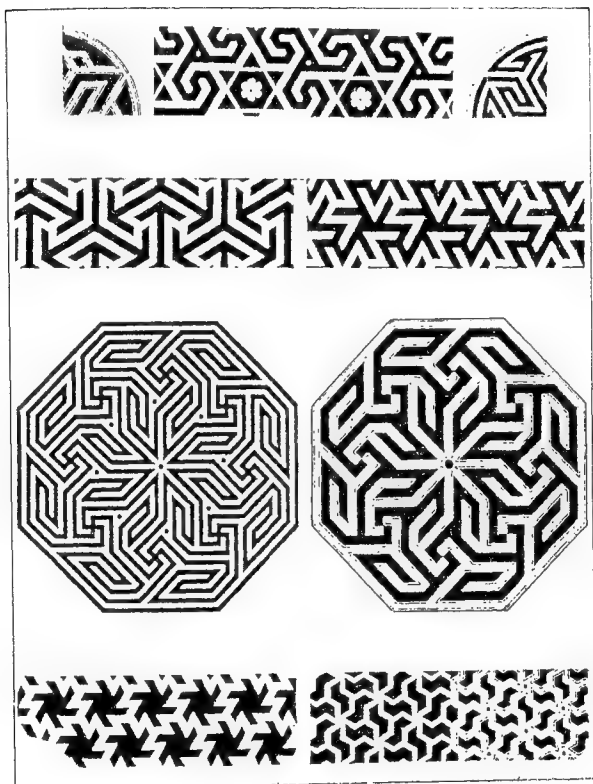
شكل (٥١)
زخارف هندسية من قاعة البركة بقصر الحمراء بغرناطة.



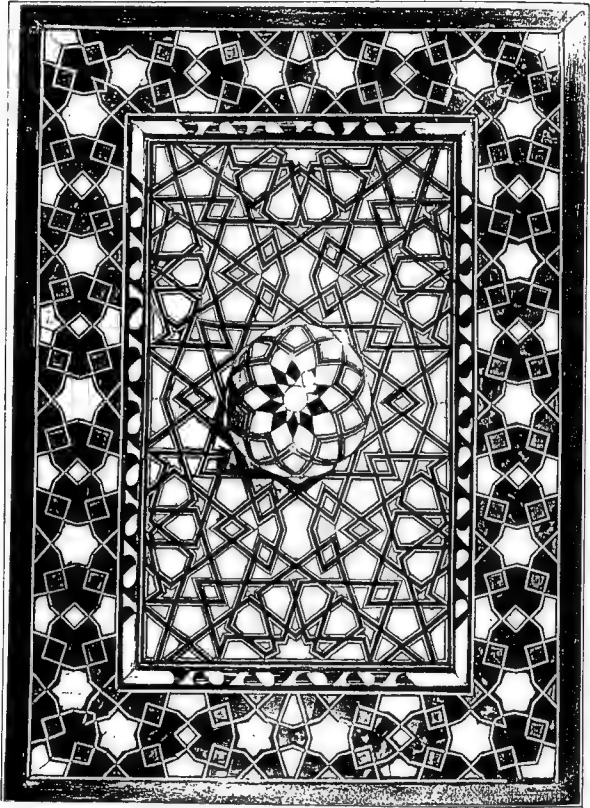
شكل (٥٢)
زخارف هندسية مفرقة في الرخام ترجع إلى العصر الأموي.



شكل (٥٣)
 مشكاة من الفسيفساء الرخامية من مصر - القرن التاسع الهجري .

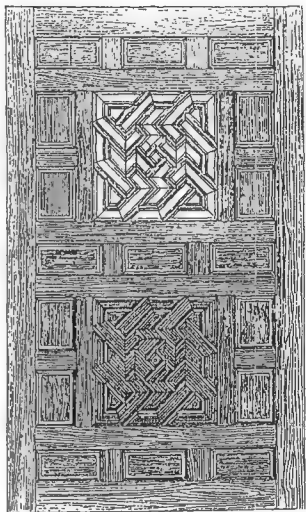
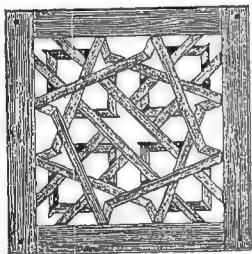
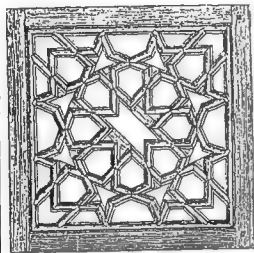


شكل (٥٤)
نماذج من الوحدات الزخرفية الهندسية.

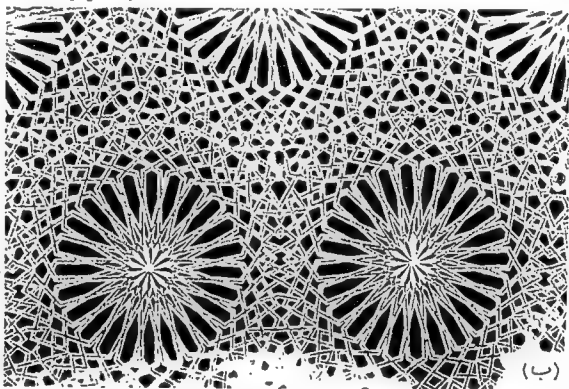
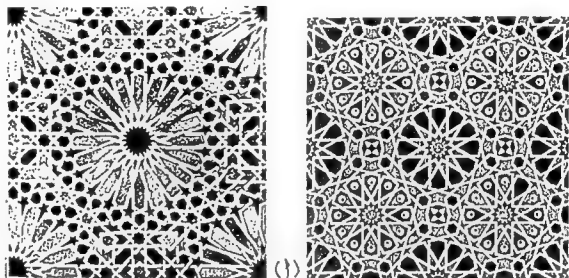


شكل (٥٥)

زخارف هندسية على خشب مطعم بال عاج والأبنوس والصدف والعظم واللؤلؤ - من مصر في القرن ١٠هـ = ١٦م (من مجموعة البارون دي ميشيل)

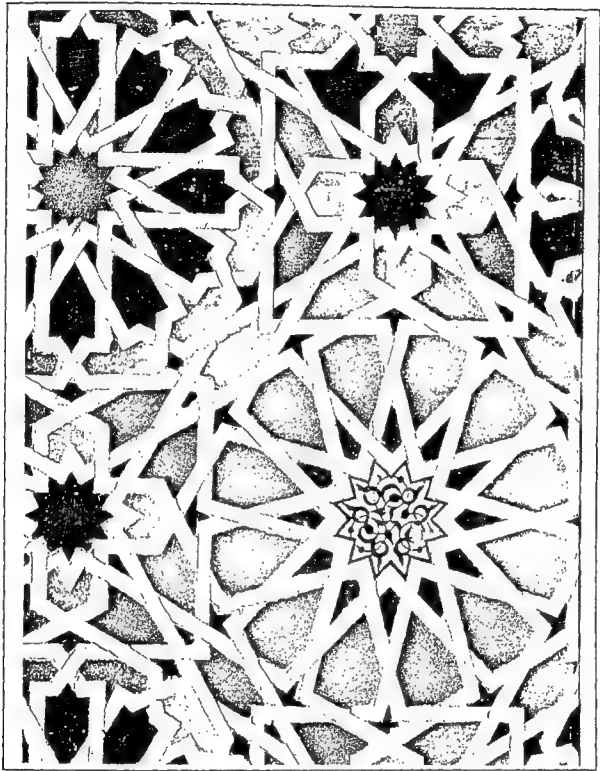


شكل (٥٦)
أمثلة لزخارف هندسية على الخشب.



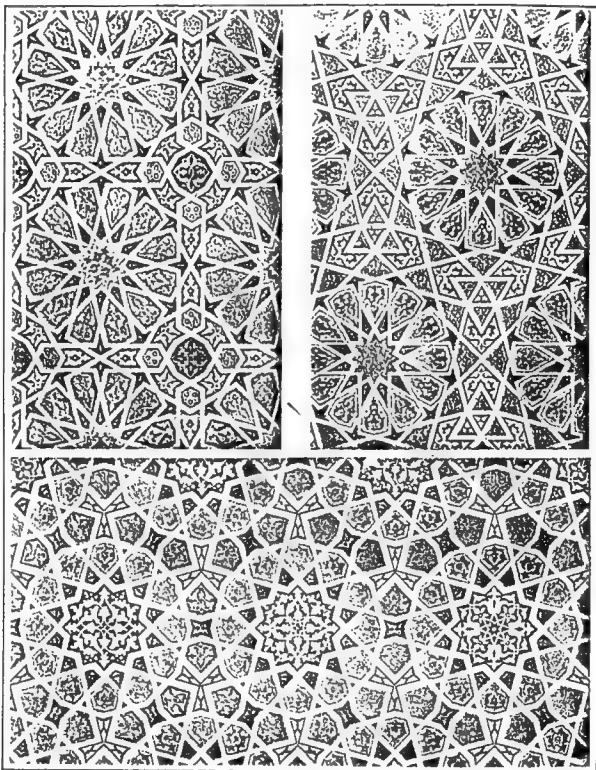
شكل (٥٧)

أ - زخارف هندسية (بعضها زخارف نباتية) في شاه مشهد بأفغانستان - من القرن ٦ / ٧ هـ = القرن ١٢ / ١٣ م.
 ب - زخارف حلّ هيئة الطبق النجمي بمدرسة قونية (كوتيا) - من القرن ٧ هـ = القرن ١٣ م.



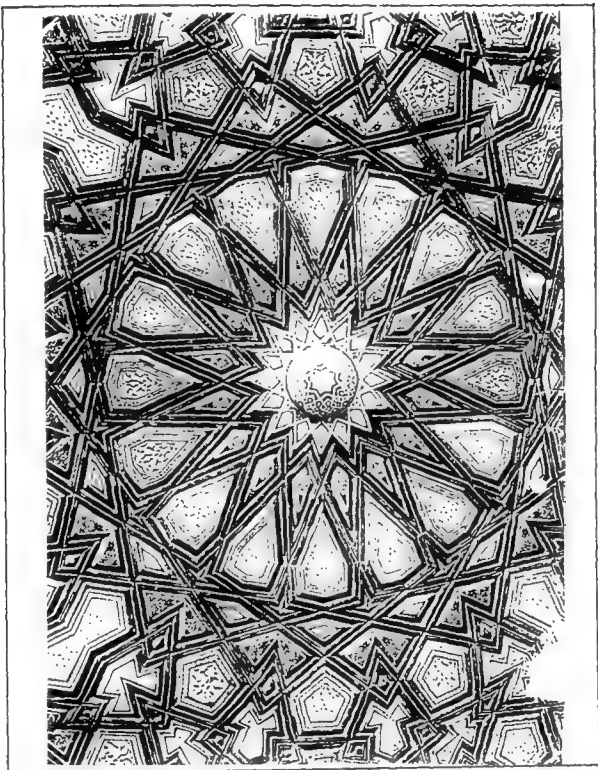
شكل (٥٨)

زخارف هندسية من فسيحاء القاشاني - من قصر الحمراء بقرطاجنة.

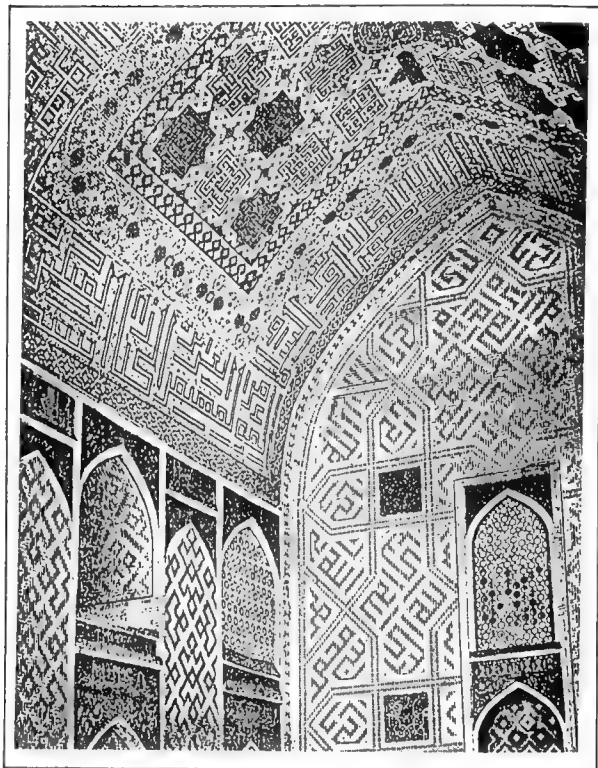


شكل (٥٩)

زخارف إسلامية لمبنى مسجد من القرن التاسع الهجري = ١٥٠ م.



شكل (٦٠)
زخرفة هندسية على هيئة نجمة ذات ١٦ أفرعا.

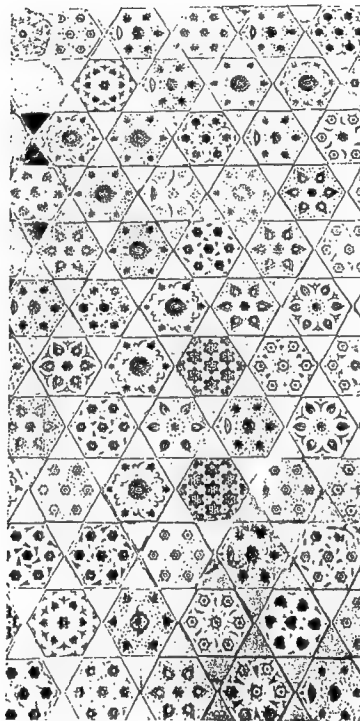


شکل (۶۱)

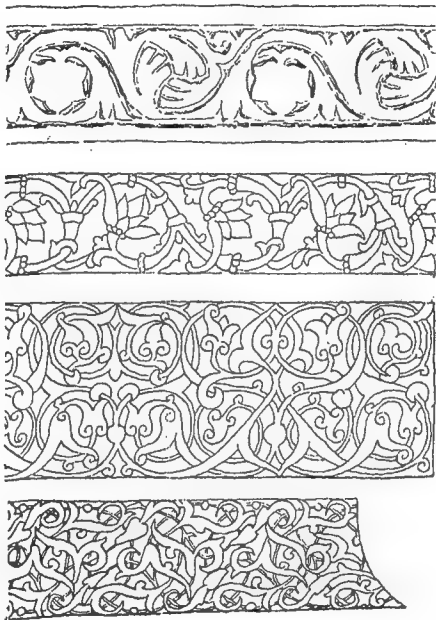
عقود مدیبه و زخارف و خطوط هندسی مستقیمه بمسجد جوهر شاه بمدینه مشهد پائیران .



شكل (٦٢)
مثال من الزخارف الهندسية التي تزين أسقف مسجد الفتح بالقاهرة.

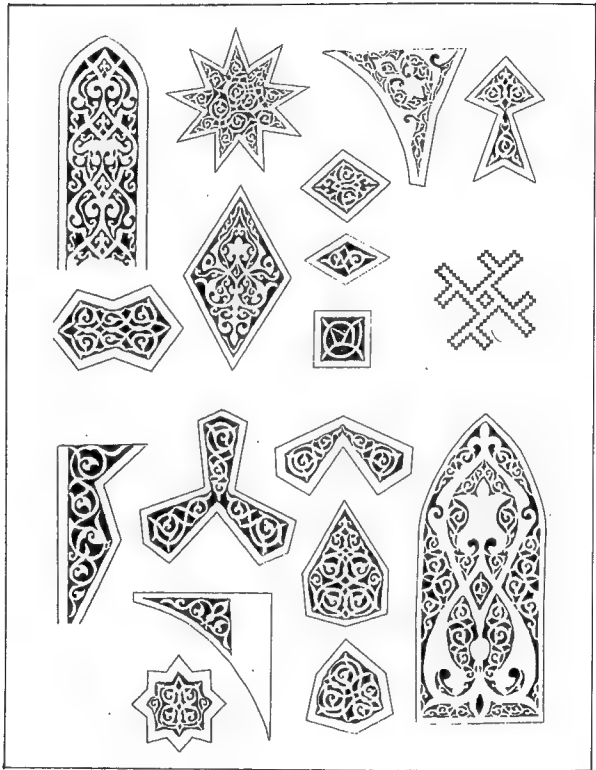


شكل (٦٣)
وحدات زخرفية هندسية نباتية متفردة على بلاطات قاشاني يداخل مسجد المرادية بمدينة أدرنة بتركيا.

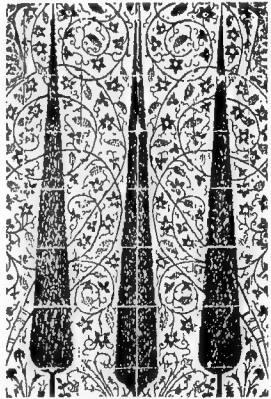
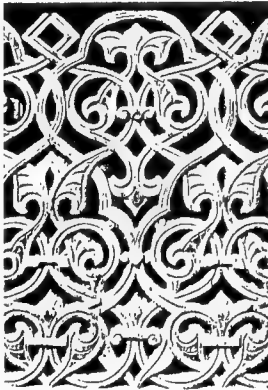
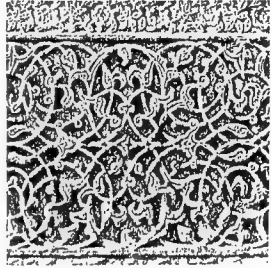
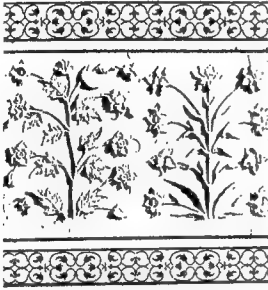


شكل (٦٤)

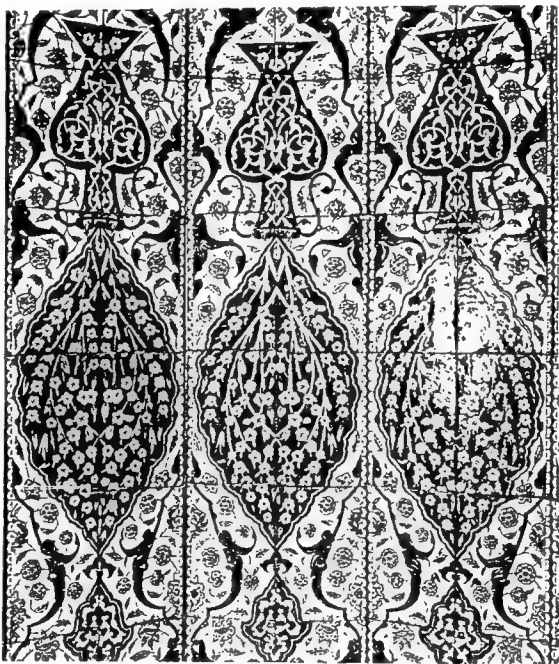
أربع مراحل من تطور الزخارف النباتية من عصر مسجد عمرو بن العاص في القسطنطينية إلى عصر مسجد سيلفي عُقبة بالقبروان.



شكل (٦٥)
أمثلة لأشكال هندسية تضم زخارف نباتية.

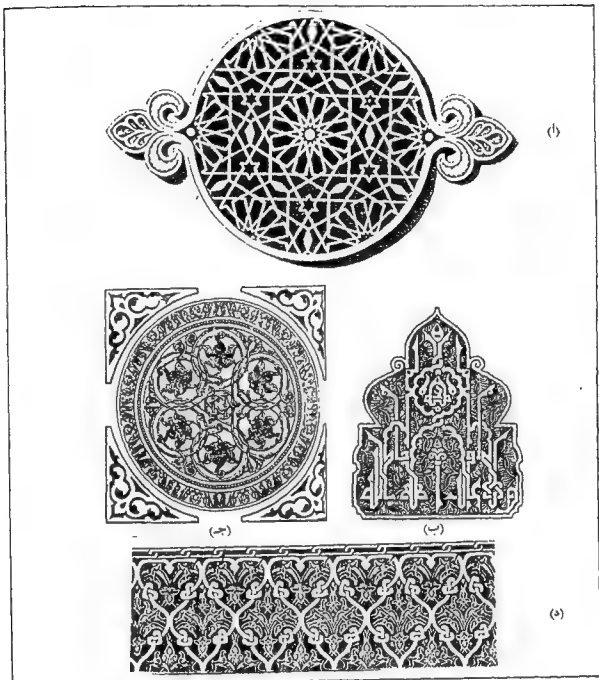


شكل (٦٦)
نماذج من زخارف نباتية بارزة ومسوية.



شكل (٦٧)

زخارف نباتية تتركب من خطوط وفروع متعنية تحوطها أشكال انسيابية (من فن الرقص العربي). بلاطات من الفاساني من مسجد رستم باشا باستانبول.



شكل (٦٨)

زخارف تجمع بين الأشكال الهندسية والتزيينات النباتية والخطوط الزخرفية من القرن ٨/٩ هـ = القرن ١٤/١٥ م.

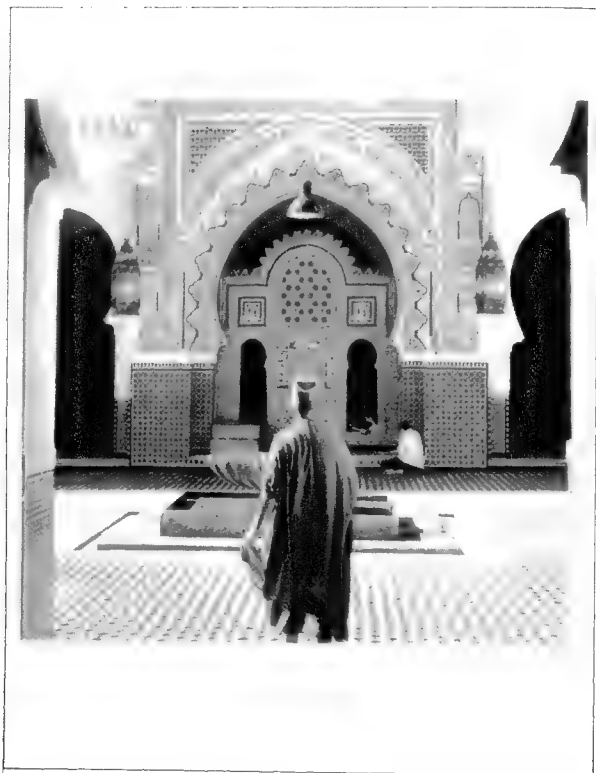
(أ) من واجهة مسجد شمس الدين صقر بالقاهرة، سنة ٧١٥ هـ.

(ب) كتابة كوفية أندلسية.

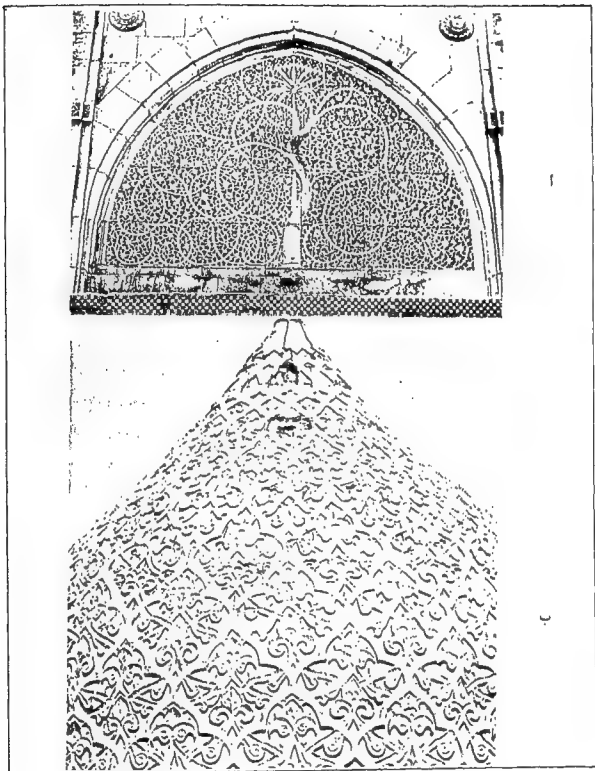
(ج) من مسجد الأمير سيف الدين صقر غش بالقاهرة، سنة ٧٥٧ هـ.

(عن مصور الخط العربي لتاجي زين الدين الخطاط البندادي للمصير، رحمه الله).

(د) من مسجد خاير بك المملوكي في عهد السلطان الغوري سنة ٩٠٨ هـ.



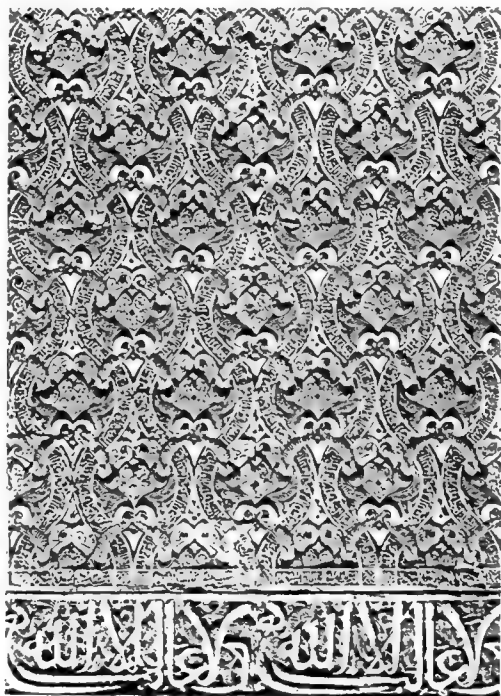
شكل (٦٩)
مثال من العقود والزخارف المغاربية.



شكل (٧٠)

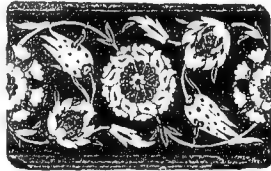
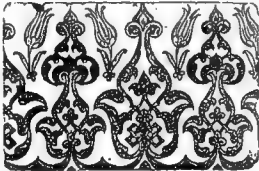
أ - زخارف نباتية شريطية Lace Decorations

ب - زخارف نباتية بارزة مغلدة على سطح قبة



شكل (٧١)

زخارف نباتية وخطية على لوح جصّي - من قاعة السفراء بقصر الحمراء بقرطاجنة.



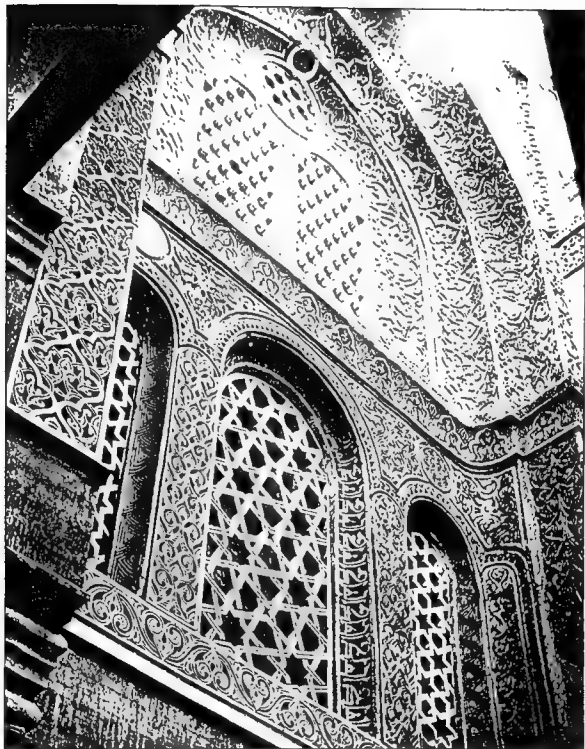
شكل (٧٢)

زخارف نباتية على بلاطات خزفية مرصعة - من تركيا في القرن ١٠ هـ - القرن ١٦ م.



شكل (٧٣)

زخارف نباتية على القاشاني الملون بالجامع الأزرق في تبريز بإيران - من القرن ٩ هـ - القرن ١٥ م.



شكل (٧٤)
زغارل هللمة ونبالة من داخل ضربح السلطان قلاوون بالقاهرة.

١، ٢، ٣، ٦ - الخط العربي واستخدامه في الزخرفة

اعتمد الفنان في الحضارة الإسلامية على الخط العربي كعنصر زخرفي، حيث تنوعت الخطوط وتباينت الزخارف والتكوينات المدخلة عليها، ونشير فيما يلي إلى أهم الخطوط العربية:

الخط الكوفي

وهو خط ينسب إلى مدينة الكوفة، وإن كان قد وفد إليها من المدينة المنورة، وهو على أشكال منها:

- ١ - الخط الكوفي البسيط: وهو خط لا يلحقه توريق أو تضفير.
- ٢ - الخط الكوفي الهندسي: وهو خط مبني على أساس هندسي، حيث يستند إلى الخطوط المستقيمة والزوايا القائمة (الأشكال ٧٥ - ٨١).
- ٣ - الخط الكوفي المورق والمزهر: وهو خط تلحق به زخارف على هيئة أغصان وأوراق شجر وأزهار دقيقة (شكلا ٨٢، ٨٤).
- ٤ - الخط الكوفي ذو الأرضية النباتية (أرضية من سيقان النباتات اللولبية)، شكل (٨٢).
- ٥ - الخط الكوفي المضفر، (شكلا ٨٢، ٨٤).
- ٦ - الخط الكوفي الزخرفي (شكل ٨٣).

خط النسخ

وهو من ابتكار السلاجقة، ظهر عند أتابكة الموصل وفي شمال الشام منذ أوائل القرن ٥هـ = القرن

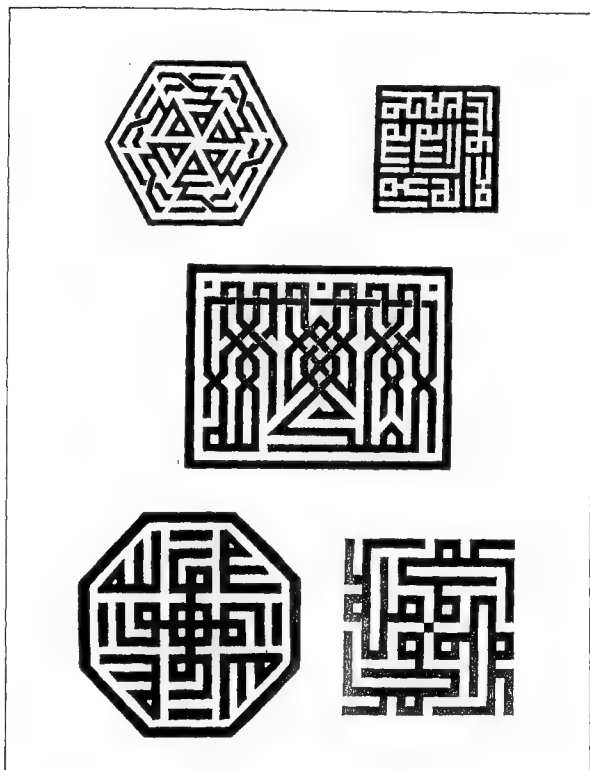
١١م.

قلم الثلث وقلم الثلثين

وهما من ابتداء المصريين، وقد انتشر استخدامهما في رسم المصاحف منذ القرن ٥هـ = القرن ١١م.

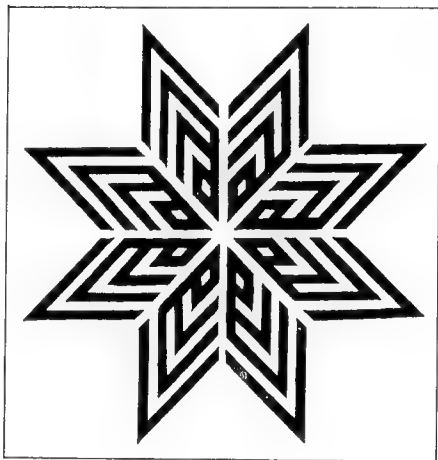
وهما من ابتكار الأتراك	{	خط الرقعة
		الخط الديواني
		الخط المهيأوني

وهو خط مشتق من الخط الديواني.



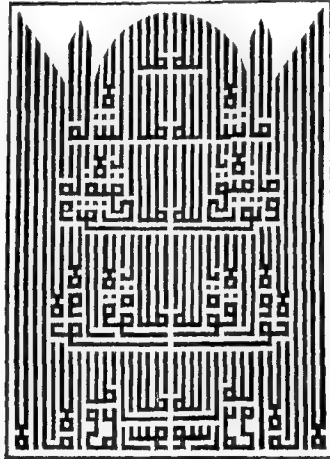
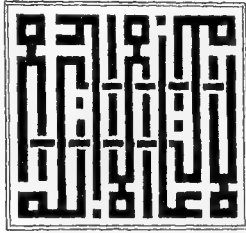
شكل (٧٥)

نماذج من الخط الهندسي: الكوفي المربع (منها: لا إله إلا الله محمد رسول الله - الملك لله - محمد).



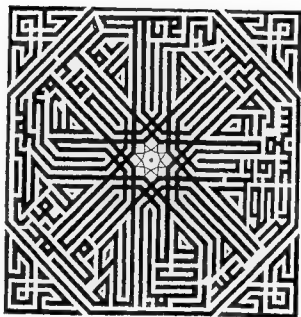
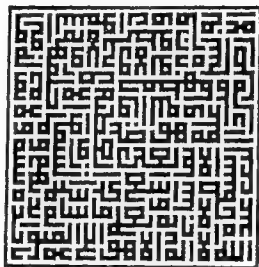
شكل (٧٦)

نجمة مئمة بداخل كل ثمن منها لفظ الجلالة ، وُسم بترتيب متزاو.
(عن كتاب «روح الخط العربي» للخطاط كامل البابا).

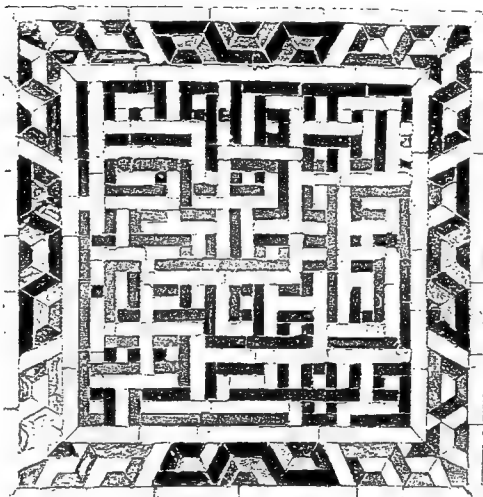


شكل (٧٧)

نموذجان من الخط الهندسي : الكوفي المربع (وفيها : لا غالب إلا الله - لا إله إلا الله محمد رسول الله - لا حول ولا قوة إلا بالله - ما شاء الله . .).

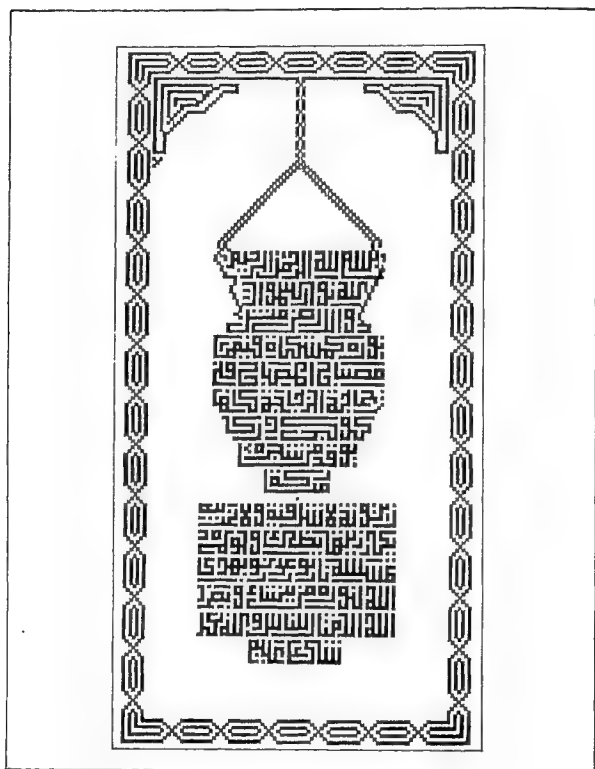


شكل (٧٨)
أمثلة من الخط الكوفي المربع.



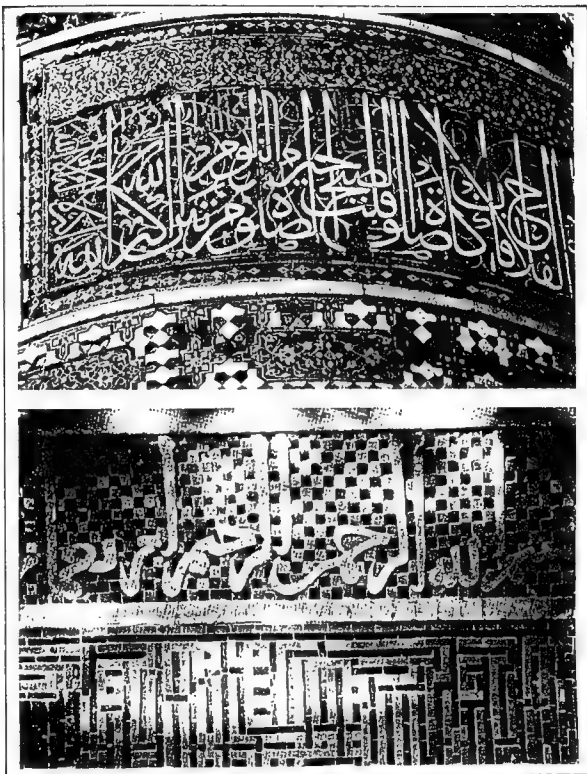
شكل (٧٩)

خط كوني مربع على لوح مطعم من رخام وحجر وخزف مُزجج - من مصر في القرن ٨هـ = القرن ١٤م.



شكل (٨٠)

مثال لحظ هنالحي كتيب به الآية (٢٤) من سورة النور، وقد صممت اللوحة على هيئة قنديل.



شكل (٨١)

زخارف كتابية على القاشاني . خط ثلث مملوكي ، وخط نسخي ، وخط كوفي مربع - من إيران في القرن ٨ هـ = ١٤ م .

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

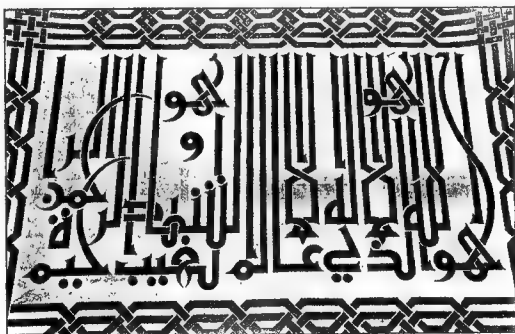
وَمَا أَصْلَاحٌ مِنْ عِلَالِ اللَّهِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شكل (٨٢)
نماذج من الخط الكوفي المُصَفَّر والورق والمزهر.



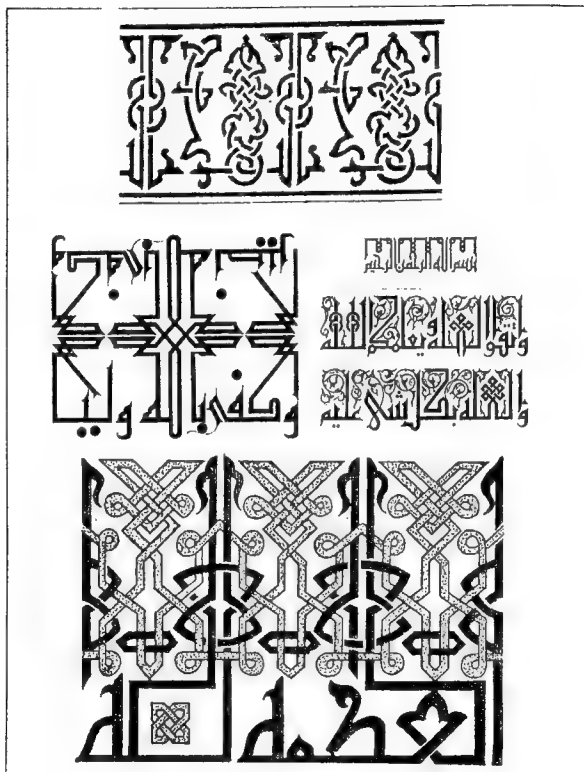
(أ) «سلامة الانسان في حفظ اللسان» (عن كتاب «روح الخط العربي» للخطاط كامل البابا).



(ب) «هو الله الذي لا إله إلا هو عالم الغيب والشهادة هو الرحمن الرحيم» للخطاط حسن أحمد بهزاد.

شكل (٨٣)

مثالان للخط الكوفي الزخرفي.



شكل (٨٤)
أمثلة للخط الكوفي المُضَمَّر والمُورَق.

خط الاجازة أو التوقيع

وهو خط يجمع بين النسخ والثلث والخط «سهيوني».

الخط المغربي

خط التعليق أو الخط الفارسي

ظهر هذا الخط في فارس في القرن ٧هـ = القرن ١٣م ، واستخدم في كتابة المخطوطات ، ويتميز هذا الخط بالحركة نظرا لكثرة الاستدارات به .

خط نستعلیق

وهو خط يجمع بين مميزات خطي النسخ والتعليق ، ويمتاز بالسلاسة واليسر في يد الكاتب ، وقد ابتكر في القرن ٧هـ = القرن ١٣م .

الخط المحقق والخط الدارج

يقصد بالخط المحقق ذلك الخط الذي يسير وفق القواعد والمعايير التي وضعها الوزير العباسي ابن مقلة (ت: ٣٢٨هـ = ٩٤٠م) ، ويستعمل هذا الخط في كتابة المصاحف ، كذا في المراسلات الهامة .
أما النوع الثاني - وهو الخط الدارج - فهو الخط الذي لا يلتزم بقواعد ابن مقلة ، ومن ثم فإنه يستعمل في المراسلات العادية .

من سمات الخط الحسن

وردت في صفات الخط الجيد عدة شروط منها :

«الخط الجيد هو الخط حسن الوصف ، مليح الرصف ، مفتوح العيون ، أملس المتون ، كثير الائتلاف ، قليل الاختلاف ، تمش إلى النفوس ، وتشتهيه الأرواح» .

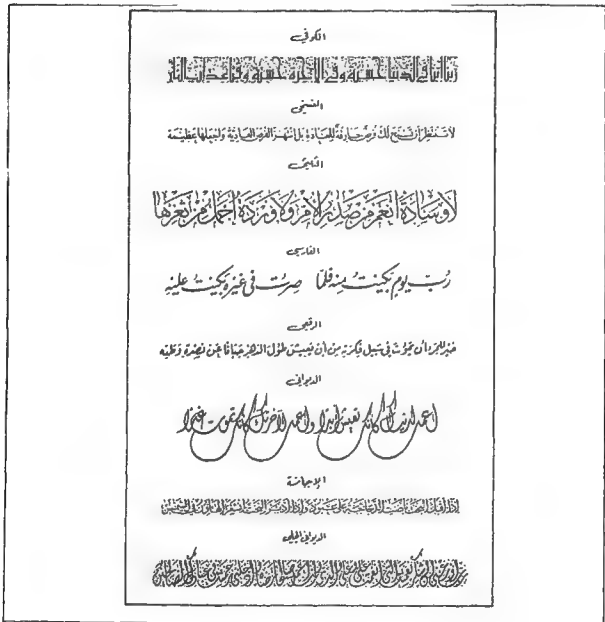
وعن شروط الخط الجيد قالوا^(١) :

«إذا اعتدلت أقسامه ، وطالت ألفه ولامه ، واستقامت سطور ، وضاهى صعوده جلوده ، وفتحت عيونه ، ولم تشبه راؤه ونونه ، ولم تختلف أجناسه ، وأسرع إلى العيون تصوره ، وإلى القلوب تنمره ، وقدرت فصوله ، وأدجمت أصوله ، وتناسب دقيقه وجليله ، وتساوت أطنابه ، واستدارت أهدابه ، وصغرت نواجزه ، وانفتحت محاجره ، وخرج عن نمط الوراقين ، وبعد عن تصنع المحررين ، وتخیل أنه يتحرك وهو ساكن» .

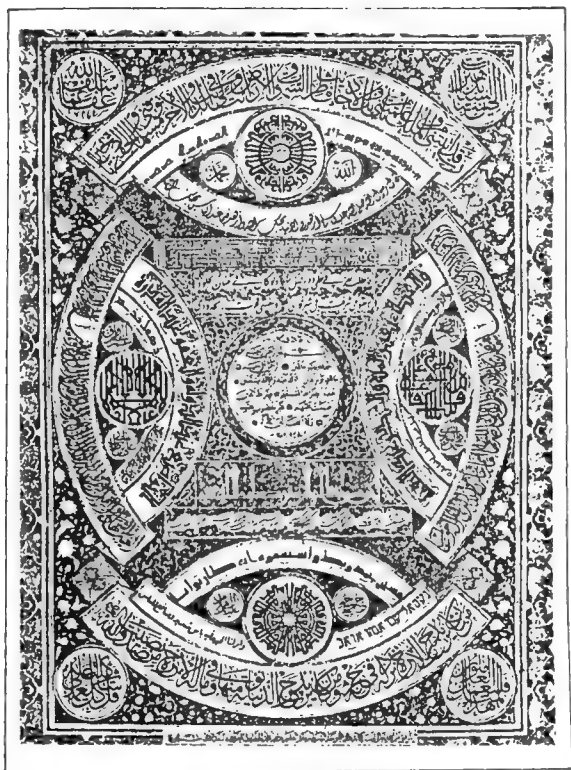
(١) راجع «هياة الأرب في فنون الأدب» للتوحيدي ، السفر السابع .

«أجود الخط أيبه، والخط الحسن هو البين الرائق».

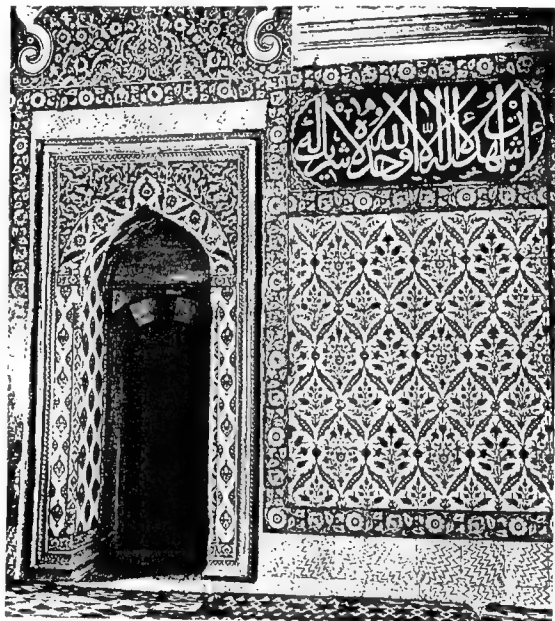
هذا وقد اتخذ ابن مقلة الألف مقياساً أساسياً نسبته إليه الحروف جميعها، وتتخذ الألف شكل خط متعصب غير مائل إلى الاستلقاء ولا إلى الانكباب، وتتكون الألف من ثمان نقط من نقط قلم الكتابة، وبذلك يكون عرض الألف ثمن طولها.



لوحة جامعة لأشهر أنواع الخط العربي Arabic Calligraphy (عن كتاب «روح الخط العربي» للخطاط كامل البابا)

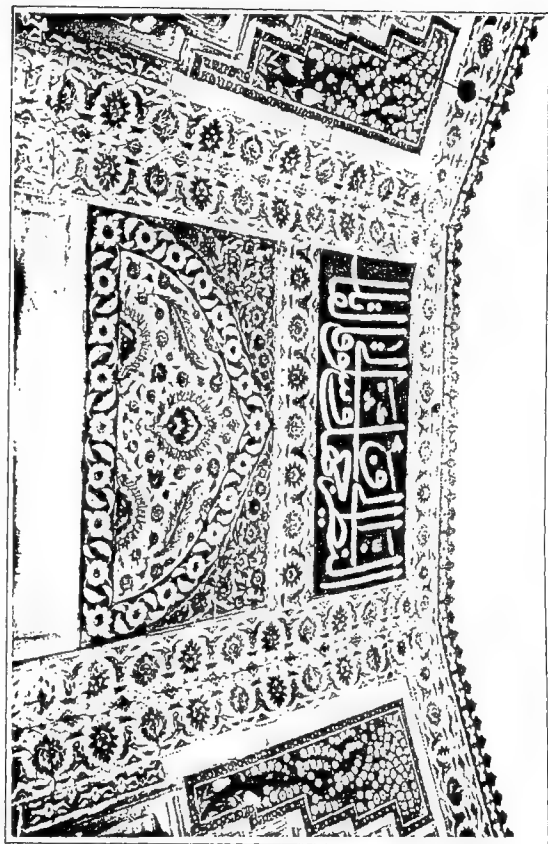


شكل (٨٦)
لوحة تجمع أنواعا كثيرة من الخطوط العربية وظهر العربية.



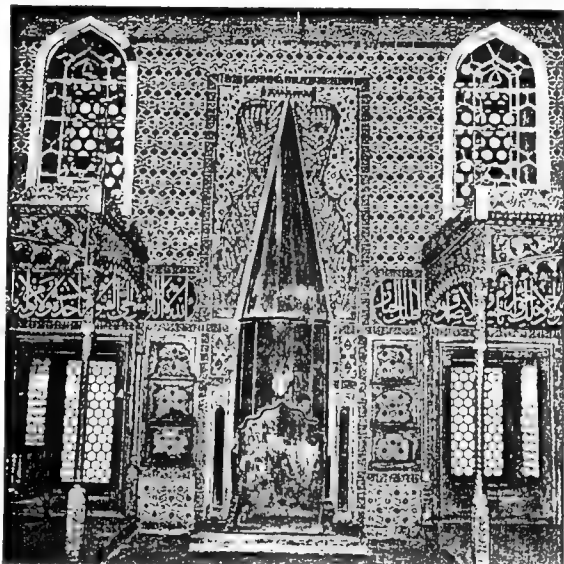
شكل (٨٧)

الشهادة بخط الثلث على بلاطات قاشاني إرتيك محيط بها زخارف نباتية عند محراب مسجد السليمية بالدورة بتركيا (من أعمال سنان بلشا المعيار
- القرن ١٠ هـ = ١٦م)



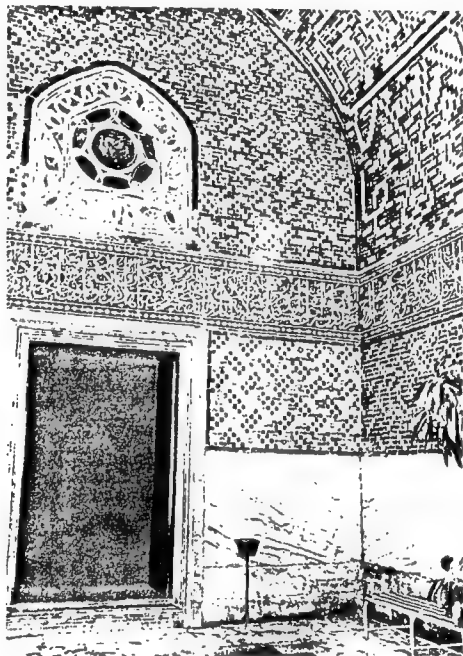
شكل (٨٨)

روضة كتابه عربية تعتمد روافد نباتية على البلاطات الفاتانية - من ضريح زوجة سلطان المملوكي بتركيا - من القرن ١٠ هـ - ١٦ م.



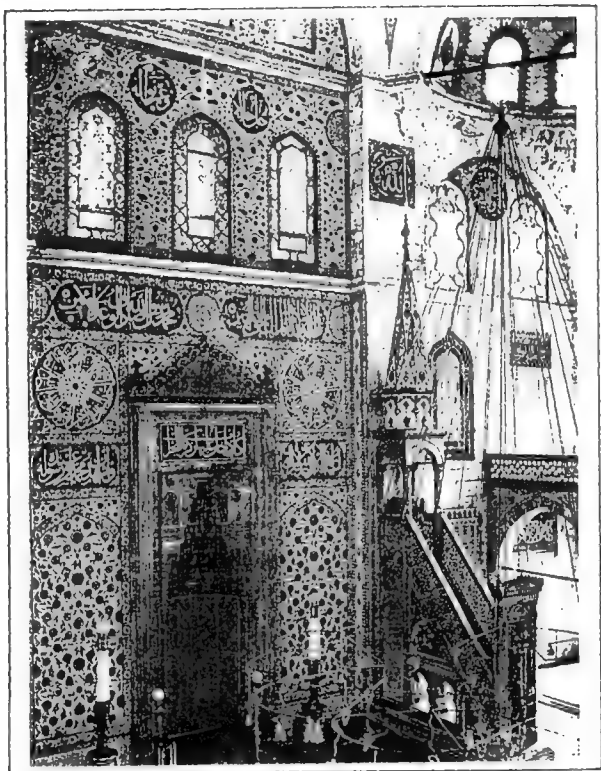
شكل (٨٩)

نصوص قرآنية بخط الثلث تتوسط زخارف نباتية على بلاطات قلاشاني من غرفة نوم السلطان مراد الثالث باستانبول.



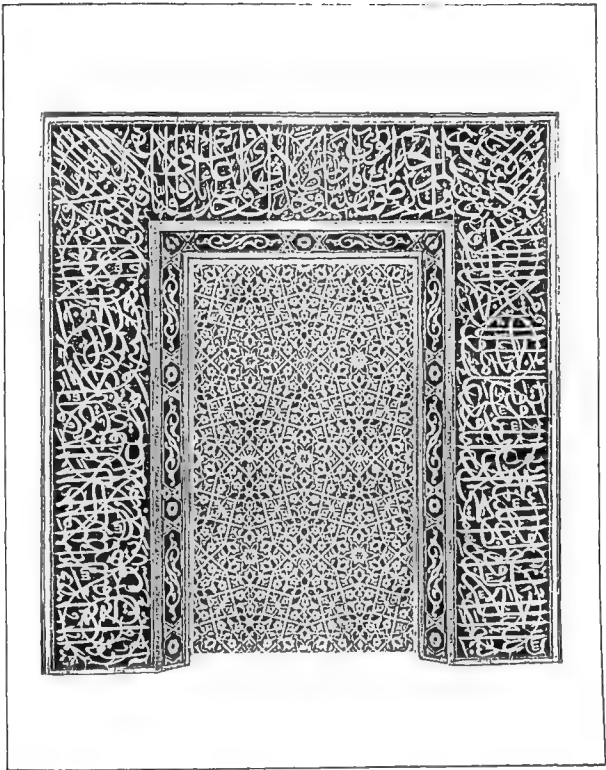
شكل (٩٠)

استخدام الخط العربي كنص جمالي وسط زخارف هندسية على بلاطات قاشاني في مدخل «الكشك» باستانبول
من عهد السلطان محمد الفاتح.



شكل (٩١)

عراق مسجد سوكوللو محمد باشا باستانبول ، ویردان بمجموعه من اللوحات الخطية وسط بلاطات الزخارف النباتية .



شكل (٩٢)

عراق مزین برخاروف هندسیه ونباتیة محیط بها كتابة بخط الثلث سورة الفصحی، وآية من سورة الانعام - من ایران فی القرن ٩ هـ - ١٥ م.

الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي

بَلَّغَنَا مِنْ حَبْلٍ وَمِنْهَا

فَاذْكُرْ رَبَّكَ إِذَا نَسِيتَ

رَبَّنَا اشْحَرِ لِي صَدْرَكَ وَلِيْسِرْ لِي أَمْرًا

وَلَا تَكْشِرْهُ لِي كَلِمَةً

شكل (٩٣)

نماذج من جماليات خط النسخ وخط الثلث.

مَا تَعْلَمُونَ إِلَّا بِمَا تُنَادِي بِهِ السَّاعَةُ يَوْمَ يَكُونُ النَّدَى

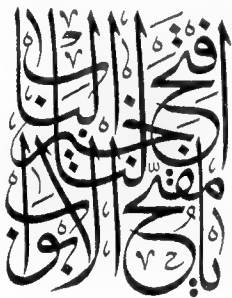
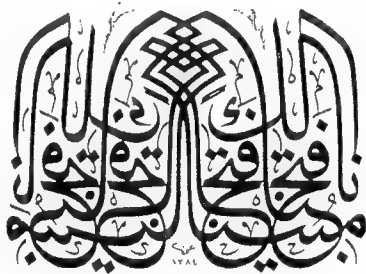


وَإِذَا قُلْتُمْ فَاعْلَمُوا أَنَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ

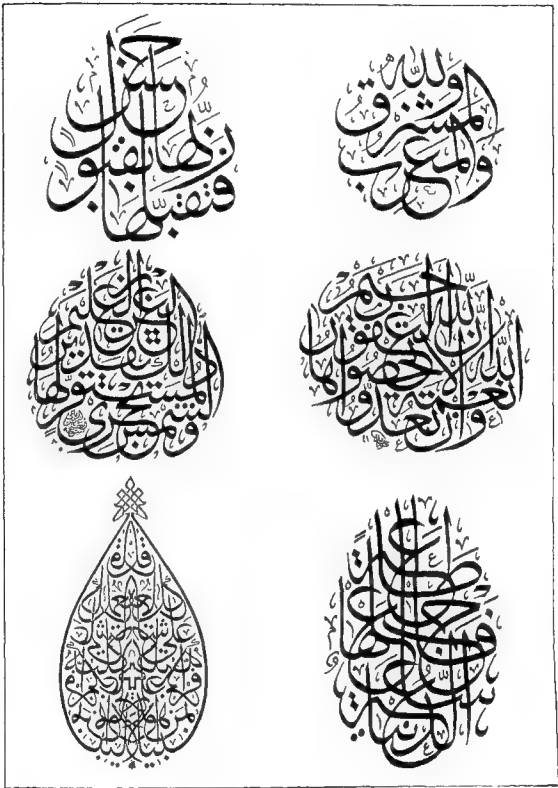
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا كُنَّا لِنَكُونَنَّ إِلَّا كَافِرِينَ

شكل (٩٤)

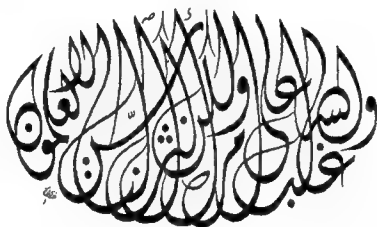
نماذج من جماليات خط النسخ وخط الثلث.



شكل (٩٥)
نماذج لتأثر أطار التكوين ونعكاس الكتابة.



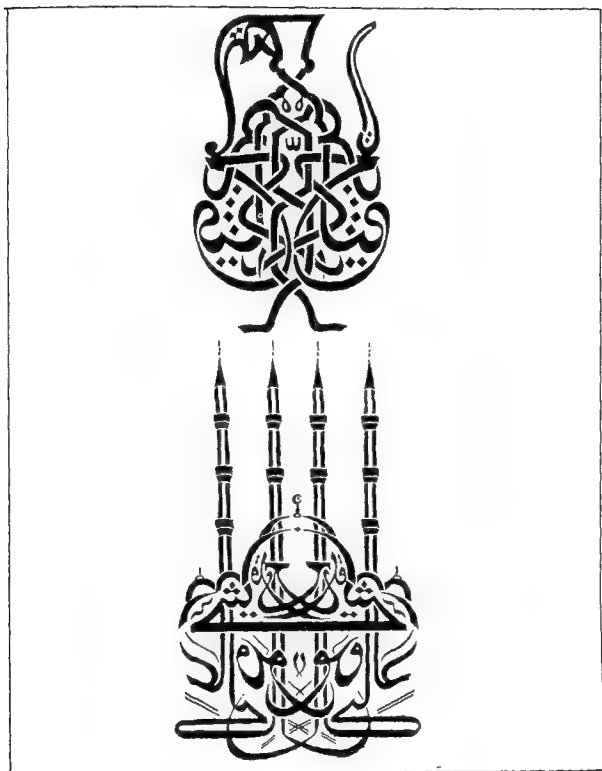
شكل (٩٦)
أمثلة لتكوينات خطية داخل أطر متماثلة حول محور.



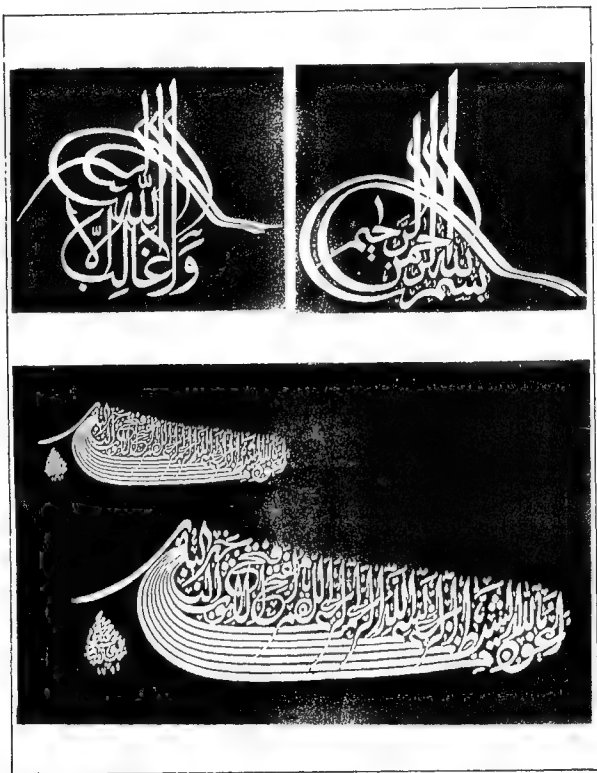
لسان الحال أبين من لسان المعال
 « le langage d'une réalité « probante »
 est plus éloquent que parole abondante »

شكل (٩٧)

مثالان لجماليات التكوينات الخطية : الأول في إطار إهليلجي «متأثر»، والثاني في إطار غير متأثر .

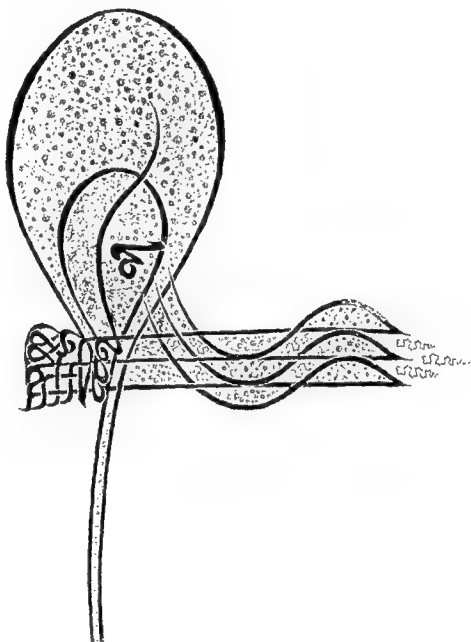


شكل (٩٨)
تطويع الخط العربي ليكون أشكالاً معينة.



شكل (٩٩)

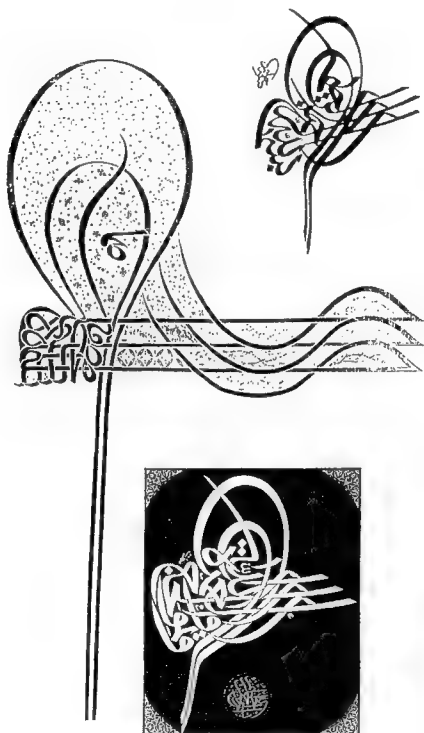
تكوينات خطية تتميز بتوازي مجموعة خطوط مختلفة.

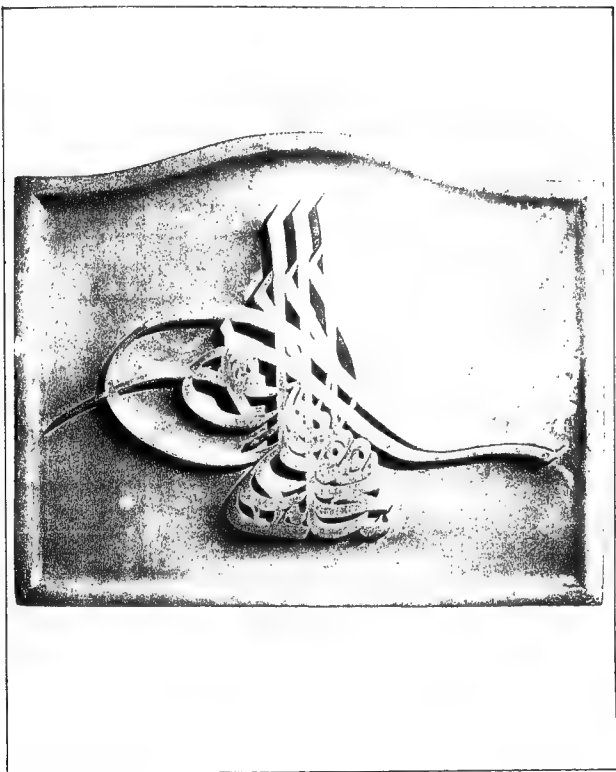


شكل (١٠٠)

وقفاته وبنية وقته تحمل طلاء السلطان مصطفى الأول بركا - من القرن ١١هـ - القرن ١٧م.

شكل (١٠١)
 أمثلة لبيع الكتابة المصحفة بالقرآن، ويضم الكتاب الرائد المصحف المصحف من المصاحف





شكل (١٠٢)
 طغراء منحوتة لحتم السلطان سليم الثالث بتركيا - من مطلع القرن ١٣ هـ = القرن ١٩ م.



شکل (۱۰۳)
 البسملة كما كتبها الخطاط المعاصر حامد الأمدي في استانبول على نمط رسم الطغراء.



شكل (١٠٤)

اسم المؤلف الكاتب والدكتور جلال شوقي، احمد شوقي، كما كتبه الخطاط العربي الماهر حسن جاني سنة ١٤١٣ هـ = ١٩٩٢ م على نسق
٢٠ ٢٠١٨

٤، ٢، ٦، ١ - القناديل والثريات

وتتركب في أغلب الأحيان من مجسمات منتظمة وأسطح مستوية وبارزة، عليها زخارف هندسية ونباتية (راجع شكل ٦٢ على سبيل المثال).

أهمية توثيق سمات العمارة الإسلامية

لأشك ان العمارة الاسلامية قد اتخذت لنفسها منذ القرن الاول الهجري «السابع الميلادي» منحى خاصا بعدد بها عن الطابع المعماري البيزنطي، وانفردت بسمات خاصة امتدت على طول أرض الاسلام وعرضها، ومن النماذج العديدة والانجازات الرائعة في العمارة الاسلامية ما اندثر، ومنها ما يزال يقف اليوم شاهدا على ابداع المسلمين في فن المعمار مع التزامهم بروح وأصول الدين الاسلامي الخفيف.

ولما كان التراث المعماري الاسلامي يشكل جانبا هاما في تاريخ العمارة، ولما كانت الشعوب المسلمة تعتز أيضا باعتزاز بتراتها الاسلامي في كلياته وجزئياته، وحيث ان هذه الشعوب حريصة كل الحرص على الحفاظ على هذا التراث، كان من اللازم ان يجري حصر هذا التراث وتسجيله وتسجيلا علميا وتاريخيا، وأن توفر له امكانات الدراسة المتعمقة والتحقيق الدقيق، ولعلنا نسوق هنا مثالا من دراسة وتوثيق العناصر الاسلامية، ألا وهي اعمال المستشرق الانجليزي المعروف «كريزول» (انظر المراجع الاجنبية)، ولا شك ان الوقوف على الانجازات المعمارية الاسلامية يعد ركيزة أساسية للحفاظ على الطابع الاسلامي، بل ودعم تواصله وتطوير مكوناته.

إن أرض الاسلام تمتد من حدود الصين شرقا الى شواطئ المحيط الاطلسي غربا، فلا عجب إذن أن نرى تنوعا كبيرا في السمات المعمارية في العالم الاسلامي اليوم، كما نلقي - بطبيعة الحال - أثرا غائرا وبصمات واضحة للمعمار المعاصر على عمائر المسلمين، ولا غرو ان احد الاسباب الهامة للتأثر العميق بسمات العمارة المعاصرة هو الاتجاه الى التعامل مع الخطوط المستقيمة والأشكال البسيطة عموما، ولعل ذلك يعزي الى السعي في خفض التكلفة، وفي تقليص مدة التشييد.

تحديث معايير العمارة الإسلامية

إن الدراسة التي قدمناها في هذا البحث تشير بوضوح الى السمات الاساسية التي تتميز بها العمارة الاسلامية على غيرها من الأنماط المعمارية، ومن الجلي ان الحفاظ على هذه السمات بل والتفرد بها لاضفاء طابع اسلامي على العناصر أو على المدن سيواجه بلا ريب بزيادة التكلفة عنها للعناصر العصرية، الا ان هذه العقبة يمكن التعامل معها بتحديد وتقييس^(١) وتحديث العناصر المعمارية الاسلامية: البنائية منها والجمالية.

(1) Standardisation

إن تطبيق مفهوم التوحيد القياسي على الوحدات المعمارية الإسلامية يمكن له أن يؤدي إلى توحيد وتحديد وتحديث العناصر المعمارية الإسلامية، وما يصاحب ذلك من توفير أوسع لفرص اختيار العناصر مع خفض التكلفة، وبالتالي تحسين الجانب الاقتصادي في تشييد العمارات الإسلامية.

خلاصة

يتصدر هذه الدراسة تعريف عام «بالهندسة» حيث قسمها العلماء الأوائل قسمين هما:

١ - الهندسة النظرية أو الهندسة العقلية ونسُميها «هندسة الأشكال»^(١).

٢ - الهندسة الحية، أو الهندسة التطبيقية أو الهندسة العملية، ونسُميها «هندسة الحركات»^(٢).

وإذا تنسب القسم الأول إلى «العلم الرياضي» أو الرياضيات، يندرج القسم الثاني تحت لواء «العلم الطبيعي» أو الطبيعيات.

ولقد رأينا من المناسب أن نبين بادية ذي بدء «مكانة التراث العربي في تاريخ العلم»، وموقع هذا التراث على خريطة الحضارات، ثم أردفنا ذلك بالاتجاهات والمناحي المختلفة لتقسيم العلوم عند الأوائل، ذلك كله قبل أن نعرض بتفصيل «للأصول الهندسية» (هندسة إقليدس)، وبيان فضل علماء العرب والمسلمين فيها، كما تناولت الدراسة علم الأكر، وعلم المخروطات (قطوع المخروط)، كذا علم مساحات سطوح الأشكال المستوية والأشكال المجسمة، وحساب حجوم الأجسام المنتظمة، وقد امتد اهتمام علمائنا الأوائل بالقياسات الكونية فحددوا قطر الأرض وطول السنة الشمسية بدقة فائقة.

هذا وتخرج الدراسة بعد ذلك إلى علم «المنظر» أو علم «البصريات»، وبيان أهم إنجازات علماء العرب والمسلمين فيه.

لأنك إن الحضارة الإسلامية لم تشهد تمكنا عظيما في الأشكال الهندسية فحسب، وإنما كان للعرب والمسلمين قصب السبق في تطبيق هذه العلوم في مجال هندسة المعمار، حيث تميزت وتفردت العمارة الإسلامية بابتداع الأشكال والمجسمات وتخزينها لتصبح رافدا أصيلا وعظيما لما عُرف بالرقش العربي «الأرابيك» Arabes- que نسبة إلى الفن العربي.

إن الانجازات المعمارية التي واكبت الحضارة الإسلامية تسجل بما لا يدع مجالا للشك أصالة الإبداعات، ومجال التكوينات، وشدة التنوع، وسعة الباع ودقة التفاصيل، وستبقى الشواهد العديدة دليلا على تفوق العرب والمسلمين في «هندسة الأشكال» وعلو كعبهم في هذا المضمار.

الباب الثاني

هندسة الحركات

مقدمة : تعريف بالهندسة

سبق أن أوردنا في الجزء الأول من هذا الكتاب أنه يمكن تقسيم العلوم والمعارف الهندسية - كما وردت في التراث العربي الاسلامي^(١) الى قسمين رئيسيين هما :

أولاً: هندسة الأشكال

وهي في الواقع «هندسة ساكنة»، وقد أسماها الأوائل جومطريا (Geometry) نقلا عن اللفظ الاغريقي^(٢)، ويشتمل هذا القسم - فضلاً عن الأصول الهندسية - على التطبيقات الخاصة بمجال العمارة .

ثانياً: هندسة الحركات

أو الهندسة الحركية، وقد أسماها الأوائل «صنعة الآلات»، كذا «الهندسة الحية» و«الهندسة التطبيقية» و«الهندسة العملية»، ونعرفها اليوم بالهندسة عموماً (Engineering)، وينحدر لفظ «هندسة» من أصل فارسي هو اندازة بمعنى القياس .
ولقد أفردنا لكل قسم من هذين القسمين كتاباً قائماً بذاته، وعلى ذلك فإننا سنعرض في كتابنا الحالي للقسم الثاني ألا وهو:

هندسة الحركات

تبدأ هذه الدراسة بعرض الأصول النظرية (من العلم الطبيعي) وبيان أسس علمي السكون^(٣) والحركة^(٤) (علم الميكانيكا)^(٥)، ثم إيراد بعض تطبيقات في قياس «الثقل النوعي»^(٦) مع الإشارة الى اهم سمات الموازين التي ابتكرها البيروني، وعمر الخيامي، وعبدالرحمن الخازني .

أما الجانب التطبيقي لهذه الدراسة فيبدأ بثبت رُوداد «هندسة الحركات» من علماء الاغريق (بدءاً من القرن الرابع قبل الميلاد) وبيان أهم منجزاتهم، باعتبار أن تراث الاغريق كان نقطة انطلاق أساسية لمن جاء بعدهم من علماء العرب والمسلمين عن اشتغل في مجال صنعة الآلات، ويشمل الآلات الآتية :

(١) راجع الجزء الأول صفحة (٩) .

(٢) كذا «الهندسة العقلية» أو «الهندسة النظرية» .

Statics (٣)

Dynamics (٤)

Mechanics (٥)

Specific Weight (٦)

- ١ - آلات معالجة الأثقال من شيل وجِرُّ الأثقال بالقوة البسيرة .
 - ٢ - آلات تعمل بالهواء أو البخار أو بالتأزات الساخنة .
 - ٣ - آلات وأوان عجيبة تعمل بالماء ، وهي حيل تعتمد على قواعد غنائقا الماء ، ومنها الساعات المائية ، والفوارات .
 - ٤ - آلات لرفع الماء الى جهة العلو .
 - ٥ - آلات لتوليد القدرة سواء من الماء المتدفق او من الريح الجاري .
 - ٦ - آلات ذات أغراض متعددة منها آلات تعمل من تلقاء ذاتها .
 - ٧ - آلات تستخدم في أعمال الرصد من اصطرابات وغيرها .
 - ٨ - آلات تستخدم في المعارك الحربية من مرايا محرقة ومنجنيقات وعرَّادات ومكاحل ومدافع وقنابل وبارود .
- يُذيل الكتاب بمعجم تم اعداده في هذه الدراسة بقصد جمع وشرح المصطلحات الهندسية التي وردت في المخطوطات العربية في فترة ازدهار الحضارة الاسلامية .

٢, ١ - الهندسة الحسية أو العملية (التطبيقية)

٢, ١٠ - الأصول النظرية (في العلم الطبيعي)

عرف ابن خلدون «الطبيعات» وذلك في مقدمته حيث يقول: ^(١) «وهو علم يبحث عن الجسم من جهة ما يلحقه من الحركة والسكون . . وينظر في الأجسام الساوية والعنصرية وما يتولد عنها . . وما يتكون في الارض من العيون والزلازل ، وفي الجو من السحاب والبخار والرعد والبرق والصواعق وغير ذلك ، وفي مبدأ الحركة للأجسام . . .»

فالحركة هنا تفيد التغير والتولد في أعم صوره ، وهذا يشمل بالطبع سكون الاجسام من حيث موضعها ، وحركة الاجسام من حيث قطعها للمسافة وانتقالها من موضع وحال الى موضع وحال آخر ، ومن ثم فإن الدراسات الخاصة بالميكانيكا (علمي السكون والحركة) تنضوي تحت لواء العلم الطبيعي فيُبحث عنها في كتب الفلاسفة والعلماء على حدٍ سواء من أمثال يعقوب بن اسحق الكندي ، وأبي بكر الرازي ، وإخوان الصفا ، والحسن بن الهيثم ، والشيخ الرئيس ابن سينا ، وأبي الريحان البيروني ، ومهمنار بن المرزبان ، وابن ملكا البغدادى ، والامام فخر الدين الرازي ، والمحقق نصير الدين الطوسي ، ونجم الدين الكاتبي القزويني .

(١) طبعة دار الفكر، صفحة ٩٢.

٢٠١١ - علم السكون (الاستاتيكا)

ترد أقدم النصوص عن علم السكون في كتابات أفلاطون (٤٢٧ - ٣٤٧ ق.م.)، حيث يقول في كتابه الموسوم تيميايوس (Timaios or Timaeus) : «علم الاستاتيكا هو علم وزن الثقيل والخفيف، فإن الجسم يكون في حالة اتزان عندما تؤثر عليه قوتان متضادتان، تماما كما يحدث للميزان عندما يتساوى ثقلها كفتيه».

ومن هنا جاءت تسميته «بعلم الاتقال» وترجع فكرة مركز الثقل «النقطة التي يمكن اعتبار وزن الجسم مركزا عندها» للعالم الاغريقي أرشميدس Archimedes (٢٨٧ - ٢١٢ ق.م.)، واليه يرجع الفضل في مبدأ العتلة او الرافعة، كذا فكرة الثقل النوعي.

القوة الطبيعية (قوة التناقل)

عرف علماء العرب والمسلمين قوة التناقل الناشئة عن جذب الأرض للأجسام، واطلقوا عليها تسمية «القوة الطبيعية» كذا «الميل الطبيعي»، وأدخلوها في اعتبارهم في دراسة الاجسام المتحركة سواء كانت هذه الحركة طبيعية ام قسرية.

يقول أبو الفتح عبدالرحمن المنصور الخازني (كان حيا سنة ٥١٥ هـ = ١١٢١م) في كتابه «ميزان الحكمة»:

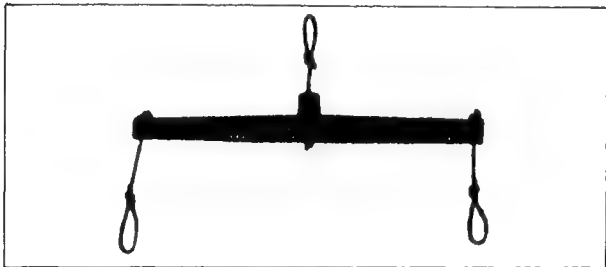
«إن الأجسام الساقطة تنجذب نحو مركز الأرض، وإن اختلاف قوة الجذب يرجع الى المسافة بين الجسم الساقط وهذا المركز».

يبين من هذا النص وقوف علماء العرب والمسلمين على ظاهرة الجاذبية الأرضية، إذ أنهم وعوا تماما القوة الطبيعية او قوة التناقل، وفرقوا بينها وبين القوة القسرية.

الميزان العادي وميزان القبان

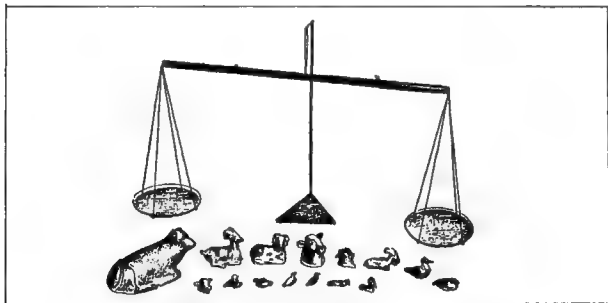
لعله من المناسب هنا ونحن في معرض الحديث عن تقدير قوة التناقل ان نتطرق أولا الى بيان تطور فكرة الوزن، وما هي في الواقع إلا ترتيب قوتي تناقل متعادلتي الأثر، ويرجع تاريخ وقوف الانسان على فكرة الميزان العادي ذي الكفتين والذراعين المتساويتين الى عهد سحيق، ربما إلى حوالي ٤٥٠٠ سنة قبل الميلاد، شكل (١)، كذلك تم اكتشاف ميزان عادي ذي كفتين وأوزان قياسية في حفريات تلّ العمارنة بمصر، ويرجع تاريخ هذه الآثار الى حوالي ٢٥٠٠ قبل الميلاد، شكل (٢)، كما وردت صور الميزان في كتاب الموتى، شكل (٣)، وظهرت ايضا على جدران المعابد والمقابر في مصر القديمة، شكل (٤).

أما فكرة ميزان القبان فيبدو أنها ظهرت أول ما ظهرت عند الرومان الذين أطلقوا عليه تسمية «القرسطون»^(١)، شكل (٥)، وتقوم فكرته على أساس مبدأ الرافعة حيث تتكافأ قوة يسيرة مسلطة عند نهاية ذراع طويلة، مع قوة كبيرة أو جسم ثقيل عند نهاية ذراع قصيرة، وهذا تطبيق مباشر لمبدأ الاتزان الساكن (الاستاتي)^(٢)، ومن الواضح ان ميزان القبان يصلح بوجه خاص في تعيين الأثقال الكبيرة.



شكل (١)

ميزان بدائي من مصر القديمة منذ عصر ما قبل التاريخ (حوالي ٤٥٠٠ ق.م.).

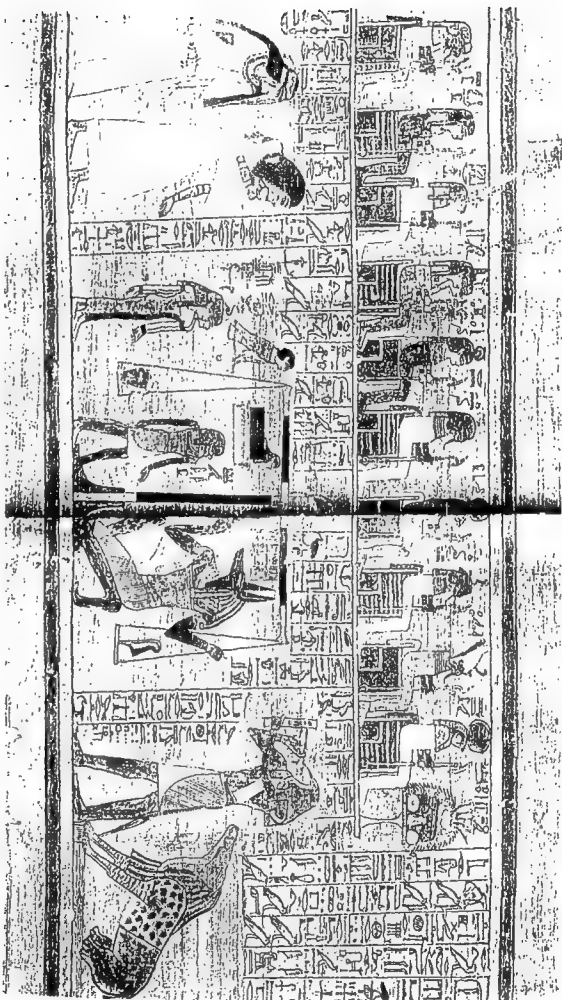


شكل (٢)

ميزان وأوزان قياسية (على هيئة طيور وحيوانات) من حفريات تل العمارنة بمصر، ويرجع تاريخها إلى حوالي ٢٥٠٠ ق.م.

(١) Steelyard Balance

(٢) Static



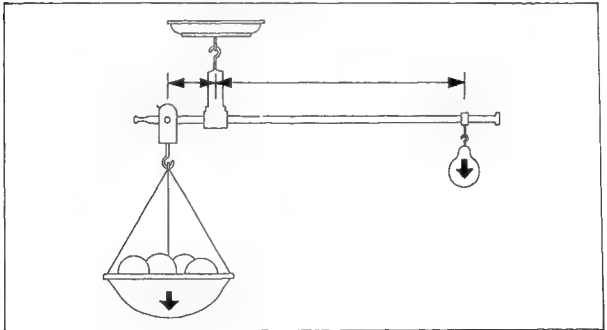
شكل (٢٧)

متحف المتحف في كتاب المتحف من المتحف المصرية القديمة، حيث يجري وزن القلب بريشة نيل المتحف او المتحف وذلك في حفرة الألف
القطعة الثانية والأربعين، وتوجد تلك في حوالي القرن ١٤ ق.م.



شكل (٤)

رسم جداري من طيبة بصعيد مصر يبين فيه القبط الدقيق للميزان .



شكل (٥)

فكرة ميزان القبان : (قوة يسيرة \times ذراع طويلة = قوة كبيرة \times ذراع قصيرة) .

قياسات الثقل النوعي

الثقل النوعي

أخذ العرب فكرة الثقل النوعي عن أرشميدس، وعرفوها بأنها النسبة بين وزن حجم معين من المادة الى وزن نفس الحجم من الماء.

ولقد أبدع المسلمون في تعيين القيم العددية للثقل النوعي مستخدمين أنواعا مختلفة من الموازين، وإنه على الرغم من بعد الشقة بيننا وبينهم، وبداية الآلات والأجهزة التي استعملوها في قياساتهم، إلا أن درجة الدقة التي توصلوا اليها في تجاربهم تدعو - بغير شك - إلى الإعجاب والتقدير، وفي بعض الحالات إلى الانبهار من قرب قياسات علماء العرب والمسلمين من القيم التي أقرتها المجامع العلمية في عصرنا الحالي، ونعرض فيما يلي لبيان بعض الأجهزة ونتائج القياس بها.

موازين الثقل النوعي

- الميزان الطبيعي^(١)

لأبي بكر محمد بن زكريا الرازي (حوالي ٢٥٠ - ٣١٣هـ) = (٨٦٤ - ٩٢٥م) وهو ميزان ذو كفتين على الهيئة الطبيعية، كفتة خارجتان عن الماء، وكلتاها مملوءتان مترعتان، ونقصان الماء من كل كفة منها يقدر مساحة الجرم^(٢) الذي فيها، شكل (٦).

الآلة المخروطة^(٣)

لأبي الريحان محمد بن أحمد البيروني (٣٦٢ - ٤٤٣هـ) = (٩٧٣ - ١٠٥١م) وهي آلة مخروطية الشكل، واسعة القاعدة، ضيقة الفم بعد عنق ممتد بذلك الضيق من البدن إلى الفم، وثبت في أوسط هذا العنق بالقرب من أسافله ثقب صغير مدورة، وألحمت عليها بقدرها انبوبة منكوسة الوضع، رأسها إلى جهة الأرض، ونحت هذا الرأس كالحلقة لوضع كفة الميزان عليها وقت العمل، وتعتبر هذه الآلة أقدم جهاز لقياس الثقل النوعي بدقة، شكلا (٧)، (٨).

وتتلخص طريقة البيروني في وزن المادة المطلوب تعيين ثقلها النوعي، وذلك قبل ادخالها في الآلة المخروطة - التي تكون قد ملئت بالماء حتى غاية مصبها - فتزيح المادة المولجة قدرا من الماء مساو لحجمها، حيث يفيض هذا الحجم المكافئ من الماء، ويخرج من المصب حيث يُجمع في كفة ميزان لايجاد وزنه، ويجري

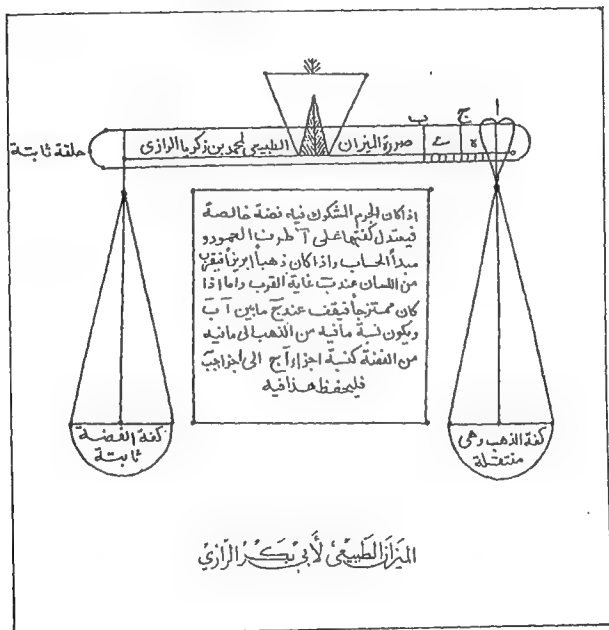
(١) عن كتاب وميزان الحكمة لعبد الرحمن الخازني، طبعة دائرة المعارف العثمانية بحيدر آباد الدكن بالهند، سنة ١٩٣٨م، صفحة ٨٣.

(٢) يقصد حجم الجسم المغمور.

(٣) كتاب وميزان الحكمة للخازني، صفحات ٥٨، ٥٩.

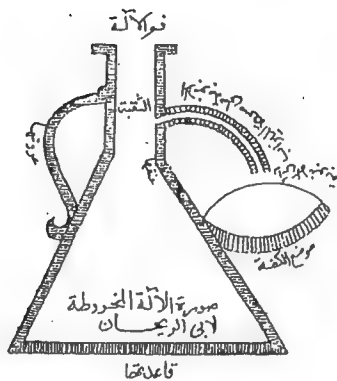
حساب الثقل النوعي بتحديد النسبة بين وزن المادة المختبرة، ووزن كمية الماء المزاحة نتيجة ادخال المادة المختبرة في الآلة المخروطة

$$\frac{\text{وزن الجسم في الهواء}}{\text{وزن مقدار حجمه من الماء}} = \text{أي أن الثقل النوعي} =$$



شكل (٦)

الميزان الطيبى لأبي بكر الرازي (من كتاب ميزان الحكمة للخازني).



الآلة المخروطة لأبوالريحان البيروني

شكل (٧)
الآلة المخروطة التي استعملها البيروني في تعيين الثقل النوعي للمعادن .

ويبين الجدول (١) نتائج قياسات البيروني^(١) للثقل النوعي لبعض المعادن منسوبة أولاً الى الذهب وثانياً الى الماء، كما يشتمل الجدول (٢) على أحدث ما حصلنا عليه من قيم الثقل النوعي لهذه المعادن.

جدول «١»

قيم الثقل النوعي للمعادن كما عيَّنها البيروني بالتجربة

المعدن	قيم البيروني للثقل النوعي	
	منسوبة الى الذهب على أساس الوزن النوعي للذهب = ١٠٠	منسوبة الى الماء على أساس الوزن النوعي للماء = ١
الذهب	١٠٠	١٩
الزئبق	٧١	١٣,٤٩
الرصاص	٦٠,١٢٥	١١,٤٣٧
الفضة	٥٤,٦٢٥	١٠,٣٧٧
الصفير	٤٦,٦٢٥	٨,٨٥٩
النحاس (الأحمر)	٤٥,٦٦٦	٨,٦٧٦
توتياء النحاس	٤٤,٨٧٥	٨,٥٢٦
الحديد	٤١,٧٢	٧,٩٢
القصدير	٣٧,٦٣	٧,١٥

وبمقارنة القيم التي توصل اليها البيروني بقيم الوزن النوعي التي تم تحديدها بالامكانيات المعاصرة، نجد أن قيم البيروني قريبة جداً من القيم الصحيحة، جدول (٢)، وذلك على الرغم من أن الأجهزة التي كان يستعملها على زمنه لم تكن لتقارن بالأجهزة الحديثة من حيث الدقة، الأمر الذي يشهد للبيروني بالإمتياز والإعجاز.

(١) عن «دراسات البيروني في الطبيعيات» للدكتور جلال شوقي، أبحاث الندوة العالمية الأولى لتاريخ العلوم عند العرب، حلب: ١٢-٥ إبريل عام ١٩٧٦، جامعة حلب: معهد التراث العلمي العربي، الجزء الأول: الأبحاث باللغة العربية، عام ١٩٧٧، الصفحات: ٢٥١-٢٧٣.

ويقدم الجدول رقم (٢) نتائج التجارب التي أجراها البيروني لتعيين الوزن النوعي لبعض الأحجار الكريمة مقدرة أولا على أساس الياقوت ثم على المقارنة لهذه النتائج مع القيم المعاصرة درجة الدقة العالية التي تتسم بها نتائج البيروني.

جدول «٢»

أ - قيم الثقل النوعي لبعض الأحجار الكريمة حسب قياسات البيروني

أنواع الحجر الكريم وتسمياته باللغات الانجليزية والفرنسية والألمانية	قيم البيروني للثقل النوعي		القيم الصحيحة للثقل النوعي منسوبة الى الماء
	منسوبة الى الياقوت على أساس الوزن النوعي للياقوت = ١٠٠	منسوبة الى الماء على أساس الوزن النوعي للماء = ١	
الياقوت الأحمر ^(١)	٩٧,١٢٥	٤,٠١	٤,٤ - ٣,٩٩
الزبرجد ^(٢) أو الزبرجد	٩٠,٤٥٨	٣,٧٣	٢,٧٧٥ - ٢,٦٧٨
الياقوت الأزرق (لازورد) ^(٣)	٦٩,٥	٢,٨٦	حوالي ٣
اللوؤلؤ ^(٤)	٦٧,٨١	٢,٨	٢,٦٨٤ - ٢,٦٥
المرجان أو العقيق ^(٥)	٦٥,٥٨	٢,٧	٢,٧ - ٢,٥
المرجان اللامع (المُصَدَّف) ^(٦)	٦٤,٥٤	٢,٦٦	٢,٦
زجاج سوريا	٦٣,١٢٥	٢,٦	للزجاج عموما:
البللور الصخري او الصوان	٦٢,٧٩	٢,٥٩	٣,٤٥ - ٢,٥
الشفاف البللور (الكوارتز) ^(٨)	٦٢,٦	٢,٥٨	٢,٥٨

1. Red Hyacinth-Hyacinthe rouge-roter Hyacinth.

2. Emerald-Emeroude-Smaragd.

3. Topaz.

4. Lapis-Lazuli-Lapi lazulé-Lapis Lazuli.

5. Spearl-Perle.

6. Coral-Coraline-Koralle.

7. White Coral-Nacre Corail-Weisse Koralle.

8. Quartz-Cristal-Quarz.

(١)

(٢)

(٣)

(٤)

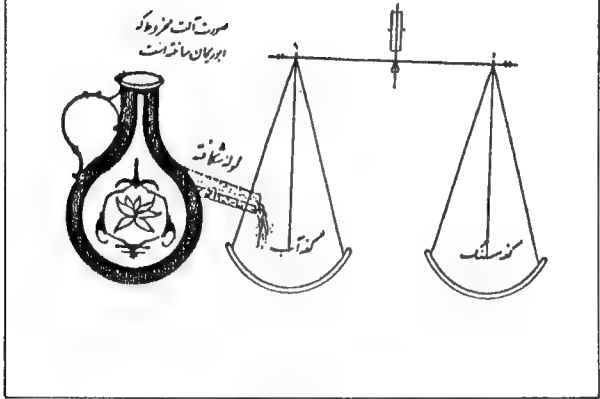
(٥)

(٦)

(٧)

(٨)

صورت ترازوی مخترع ابرهیمان



شکل (۸)

وزن المله المزاج الذي يخرج من ميزان الآلة المخروطة لأبي الريحان البيروني.

القسطاس المستقيم^(۱)

وهو ميزان ابتكره أبو الفتح عمر بن ابراهيم الخيامي النيسابوري (٤٣٦ - ٥١٧ هـ) = (١٠٤٤ -

١١٢٣ م):

«ميزان ذو ثلاث رمانات، يعرف بالقسطاس المستقيم، ويوزن به من حبة إلى ألف دينار أو ألف درهم، وهو على صورة القفان ذات عمود وعارضة ولسان وكفة واحدة، وكبرى الرمانات الثلاث للمئات، ووسطاها للعشرات والأحاد معا، وصغرها للكسوة»، شكل (٩).

(١) عن كتاب «ميزان الحكمة» للخازني، صفحة ١٥٣.

موازين الخازني

ضمن عبد الرحمن الخازني (ت: ٥١٥ هـ = ١١٢١م) كتابه الجليل «ميزان الحكمة» مجموعة من الموازين يقصد عمل قياسات متعددة، نذكر منها على سبيل المثال ما يأتي:

- ١ - معرفة نسب الأوزان الهوائي إلى المائي .
 - ٢ - معرفة نسب حجوم الفلزات الذائبة وأوزانها بالرصد والاعتبار .
 - ٣ - صنعة مقياس المائع في الثقل والخفة .
 - ٤ - صنعة القفان، ووضع الرقوم عليه، والوزن به، وتحديد ثقل الرمانة .
- وقد أورد في كتابه مجموعة من الموازين، ويقصد بها أجهزة قياس، نذكر أهمها فيما يلي:

أولاً: موازين الماء^(١)

وتأتي أشكالها على ثلاثة أصناف:

- أ - الميزان المطلق أو الميزان الساذج، وهو ميزان ذو الكفتين .
 - ب - الميزان الكافي أو الميزان المجرد عن المنقلة، وهو ميزان ذو ثلاث كفات طرفيات، احدها منقطة تحت الأخرى وهي المائية .
 - ج - الميزان الجامع أو ميزان الحكمة، وهو ميزان ذو خمس كفات، ثلاث كفات منها ثابتة، واثنان منها منقلتان عن موضعهما .
- ويستخدم هذا النوع من الموازين لمعرفة نسب الفلزات بعضها إلى بعض في الحجم، وتمييز بعضها من بعض من غير سبك ولا تحليلص ومعرفة الجواهر الحجرية، وتمييز حقها من أشباهها وملوناتها، الأشكال (١٠) - (١٤) .

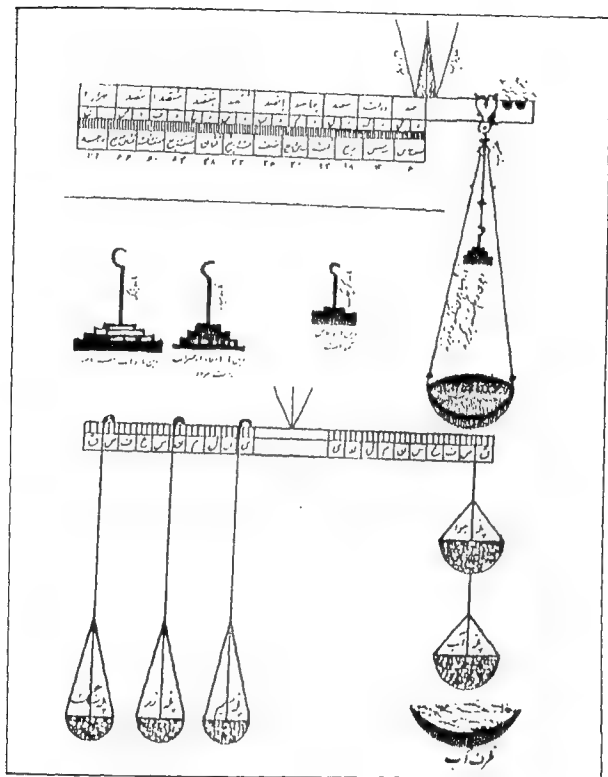
ثانياً: ميزان الأرض

وتسوية وجهها على موازاة السطح الأفقي، ووجهه المحيطان على محاذة القطر الذي يثبت عليه .

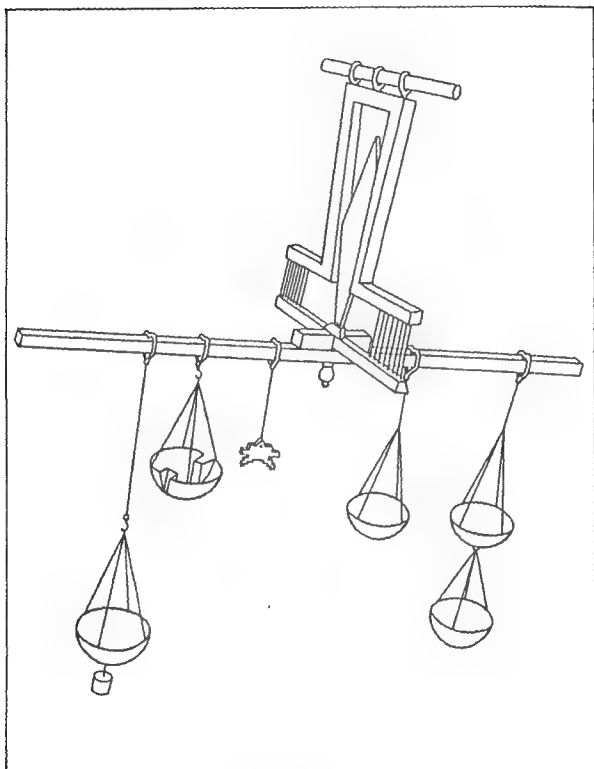
ثالثاً: ميزان الساعات

وتعرف به الساعات الماضية من ليل أو نهار، وكسورها بالدقائق والثواني، وتصحيح الطالع بها بالدرج وكسورها، ويشتمل هذا الميزان على خزانة ماء أو خزانة رمل .

(١) عن كتاب «ميزان الحكمة» للخازني، الصفحات: ١٠٠ - ١٠٥ .



شكل (١٢)
الكفات الخمس لميزان عبدالرحمن الخازني (ميزان الحكمة المعروف بالجامع).



شكل (١٣)
ميزان الحكمة أو الميزان الجامع لعبد الرحمن الخازني .



شكل (١٤)

نموذج لميزان الحكمة أو الميزان الجامع لعبد الرحمن الخازني ، ويوجد هذا النموذج بمعهد تاريخ العلوم العربية الإسلامية بجامعة فرانكفورت"
(Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften an der J.W. Goethe Universität, Frankfurt am Main, Germany.)

(١) عن مجلة «اللقاء» - العدد الرابع - سنة ١٩٩٠ م .

تابع جدول «٢»

ب - نتائج قياسات الحازني للثقل النوعي لبعض المواد السائلة

المادة السائلة	الثقل النوعي حسب قياسات الحازني	القيم الصحيحة للثقل النوعي في العصر الحديث
ماء عند درجة الصفر	٠,٩٦٥	٠,٩٩٩٩
ماء عذب بارد	١,٠٠٠	١,٠٠٠
ماء البحر (مالح)	١,٠٤١	١,٠٢٧
زيت الزيتون	٠,٩٢١	٠,٩١
لبن البقر	١,١١٠	من ١,٠٤ الى ١,٤٢
دم الانسان	١,٠٣٣	من ١,٠٤٥ الى ١,٠٧٥

١٢, ٢ - علم الحركة (الديناميكا)

فهم علماء العرب والمسلمين «الحركة» بمعنى شمولي هو «تبدل حال الذات»، بيد أننا سنقصر دراستنا هنا على حركة الانتقال من موضع الى آخر، ومن ثم فقد عرض العرب والمسلمون بالتفصيل لعناصر الحركة وأنواعها من انتقالية ووضعية وطبيعية وقسرية، ويمكننا ان نوجز اسهامات علمائنا في هذا المجال على النحو الآتي:

١ - تحليل سرعة الجسم المصادم الى «قسطين»، أي الى مركبتين، وقد ورد ذلك في معرض شرح الحسن بن الهيثم لسلوك الجسم الساقط على سطح مستو وارتداده عنه.

٢ - وضع قوانين تصادم الأجسام الصلبة.

٣ - تعيين صلادة الجسم بقياس مسافة الارتداد لكرة صغيرة معدنية ملساء عن سطح مستو للجسم، وتقابل هذه الطريقة مقياس شور (Shore Scleroscope) في عصرنا الحالي، ويرجع الفضل في ابتداء هذه الطريقة للحسن بن الهيثم.

٤ - الوقوف على معنى كمي في التحرك يتوقف على سرعة حركته، وعلى كمية ما به من مادة، ويعزى هذا المفهوم للحسن بن الهيثم الذي أسماه «بقوة الحركة»، كذا «باعتداه الحركة».

٥ - سبق الشيخ الرئيس ابن سينا الى ما نعرفه اليوم بالقانون الأول للحركة، وذلك في كتابه «الاشارات والتهيهات»^(١).

٦ - وقوف هبة الله بن ملكا البغدادي (٥٤ / ٤٨٠ - ٤٧ / ٥٦٠ هـ) = (١١٦٥ / ٥٢ - ١٠٨٧ / ٦٢) م

(١) النمط الثاني، الفصل السادس.

على معنى تناسب القوة مع تسارع الحركة، او بتعبيرنا المعاصر مع معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن إذ يقول ابن ملكا في كتابه «المعتبر في الحكمة»: «وكل حركة ففي زمان لا محالة، فالقوة الأشدية تحرك أسرع، وفي زمان أقصر.

فكلما اشتدت القوة ازدادت السرعة، فقصر الزمان، فإذا لم تتناه الشدة لم تتناه السرعة، وفي ذلك ان تصير الحركة في غير زمان أشد، لأن سلب الزمان في السرعة نهاية ما للشدة».

لو كان ابن ملكا قال: «سلب الزمان في المسافة» لظنناه يقصد السرعة (معدل تغير المسافة المقطوعة بالنسبة للزمن) بيد أنه قصد معنى آخر هو «سلب الزمان في السرعة»، أي «معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن»، وهو ما نسميه اليوم «التسارع».

وعلى ذلك يمكننا القول بأن ابن ملكا البغدادي قد توصل الى مفهوم القانون الثاني للحركة وان لم يضع الصيغة الرياضية التي تعبر عنه.

٧ - ورد القانون الثالث للحركة - وهو القائل بأن لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومعاكس له في التأثير - وذلك في كتابات كل من ابن ملكا البغدادي في كتابه «المعتبر في الحكمة»، والامام فخر الدين الرازي (٥٤٤ - ٦٠٦هـ) = (١١٥٠ - ١٢١٠م) في كتابه «المباحث المشرقية في علم الآليات والطبيعيات».

٨ - دراسة التساقط الحر للأجسام «تحت تأثير جاذبية الأرض»، وتقرير أن الأجسام الساقطة تسلك أقصر طريق، وأن سرعة سقوطها لا تعتمد على كتلتها، فلولا مقاومة الهواء لتساقطت الاجسام المختلفة بنفس السرعة.

٩ - دراسة معاوقات الحركة الطبيعية منها والقسرية، ومنها مقاومة الهواء وشكل الجسم المتحرك، وفي هذا المعنى يقول ابن ملكا البغدادي في كتابه «المعتبر في الحكمة»^(١): «وأيضاً لو تحركت الأجسام في الخلاء لتساوت حركة الثقيل والخفيف، والكبير والصغير، والمخروط المتحرك على رأسه الحاد، والمخروط المتحرك على قاعدته الواسعة، في السرعة والبطء، لأنها انما تختلف في الملاء بهذه الأشياء بسهولة خرقها لما تخرقه من المقاوم المخروط كالماء والهواء وغيره.

فإن المخروط المتحرك على رأسه يخرق أسهل من المتحرك على قاعدته . . .».

١٠ - استحالة الحركة الدائمة، حيث يقرر الشيخ الرئيس ابن سينا في كتابه «الاشارات والتنبيهات»^(٢): «لا يجوز أن يكون في جسم من الاجسام قوة طبيعية تحرك ذلك الجسم بلا نهاية». هذا هو بعض جهد علماء العرب والمسلمين في علمى السكون والحركة (الميكانيكا)^(٣)، يتضح منه سبق الواضح الى اساسيات هذين العلمين، ولقد آن الأوان لكي تُصَحَّح نسبة مفاهيم وقوانين كثيرة الى علماء الحضارة الاسلامية.

(١) المجلد الثاني - الفصل الرابع عشر.

(٢) النمط السادس - الفصل الثالث والعشرون.

(٣) لتفصيل أكثر يمكن الرجوع الى كتابنا: «تراث العرب في الميكانيكا» نشر عالم الكتب بالقاهرة، سنة ١٩٧٣م، ويقع في ١١١ صفحة.

٢، ٢ - التطبيقات الهندسية : آلات وأدوات

يبدأ هذا الفصل ببيان أهم مصادر هندسة الحركات في الحضارة الإسلامية، يعقب ذلك عرض لرواد هندسة الحركات من الاغريق من أمثال اكتاسيوس وفيلون البيزنطي وهيرون السكندري وغيرهم، ثم تصل هذه المقدمة بعد ذلك الى الحديث عن رواد هندسة الحركات من المسلمين من أمثال بني موسى بن شاكر، واسماعيل بن الرزاز الجزري، ورضوان الساعاتي، وابن الشاطر، وتقي الدين بن معروف وغيرهم.

تعرض هذه الدراسة للآلات التي طورها أو ابتكرها علماء العرب والمسلمين وتشمل :

٢، ٢١ - آلات معالجة الأثقال .

٢، ٢٢ - آلات تعمل بالهواء أو بالبخار.

٢، ٢٣ - آلات وأوان عجيبة تعمل بالماء .

٢، ٢٤ - آلات لرفع الماء الى جهة العلو.

٢، ٢٥ - آلات محرقة من دواليب ماء وطواحين هواء .

٢، ٢٦ - آلات متنوعة منها الآلات التي تعمل من تلقاء ذاتها.

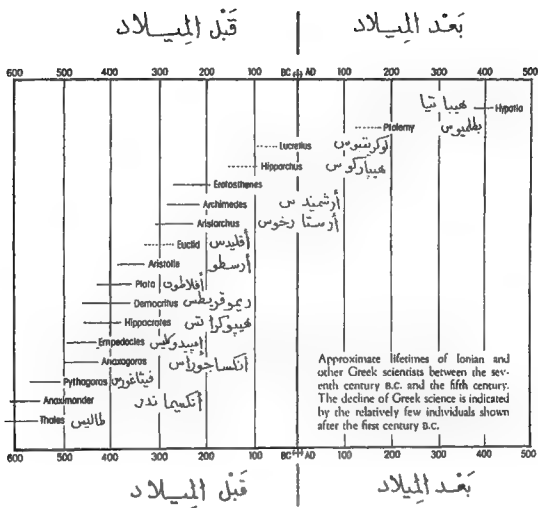
٢، ٢٧ - آلات رصدية من اسطرلابات وأجهزة قياس تستعمل في علم الهيئة .

٢، ٢٨ - آلات حربية من منجنقات ومرابا محرقة وغير ذلك من أدوات قتالية .

٢، ٢، ١ - رواد هندسة الحركات من الاغريق

يبين شكل (١٥) تتابع علماء الاغريق من اهتم بهندسة الحركات وذلك عبر فترة زمنية تبلغ حوالي الألف عام، فبينما نلاحظ قمة النبوغ العلمي الاغريقي في حوالي القرن الثالث قبل الميلاد، نرى تراجعاً كبيراً في الانجازات الاغريقية اعتباراً من حوالي النصف الثاني من القرن الثاني بعد الميلاد، شكل (١٦) .

هذا وتعرض الأشكال من (١٧) إلى (٣٢) أمثلة لبعض الآلات التي شهدتها الحضارة الاغريقية - وهي كثيرة - كما تبين الجداول من (٣) الى (٨) موجزاً لأعمال رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق في العصر القديم .



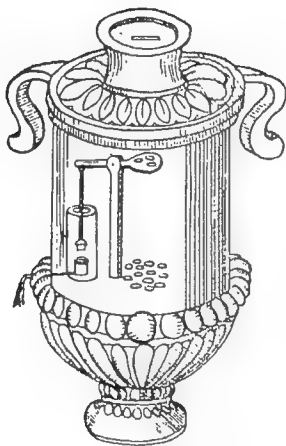
شكل (١٥)

التسلسل الزمني لأهم علماء الافريق من القرن السادس قبل الميلاد وحتى القرن الخامس للميلاد، ويلاحظ تراجع العلم الافريقي بعد القرن الأول الميلاد، كما يشهد على ذلك تقلص عدد العلماء الافريق.

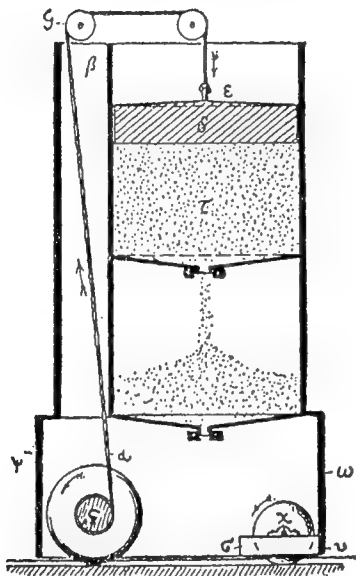
بعد الميلاد					قبل الميلاد				القرن	
٥٠٠	٤٠٠	٣٠٠	٢٠٠	١٠٠	١٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠		
٥+	٤+	٣+	٢+	١+	١-	٢-	٣-	٤-		
								٣٨٤-	أرسطو	
								٣٨٤-		
								٣٣٠-	أقليدس	
							٢٨٠-			
							٢٨٧-		أرشميدس	
							٢١٢-			
							٢٧٠-		اكتاسيبيوس	
							٢٦٠-		أبولونيوس	
						٢٠٠-				
							٢٥٠-		فيلون البيزنطي	
				٣٢					هيرون السكندري	
			١٦٨						بطليموس القلودي	
٤١٢									پروكليس	
٤٨٥									ثاؤن الإسكندراني	
									مورطس	
									مورسطس	

شكل (١٦)
التابع الزمني لرواد هتلمة الحركات من علماء الاغريق

• راجع: Dictionary of Scientific Biographies, Vo. 10, (1974), pp. 586 - 589.



شكل (١٧)
 ضع قطعة نقد في الفتحة تحصل على ماء مقدس . مثال لآلية كانت تثير
 دهشة واعجاب المترددين على المعابد في الحضارة الاغريقية القديمة .

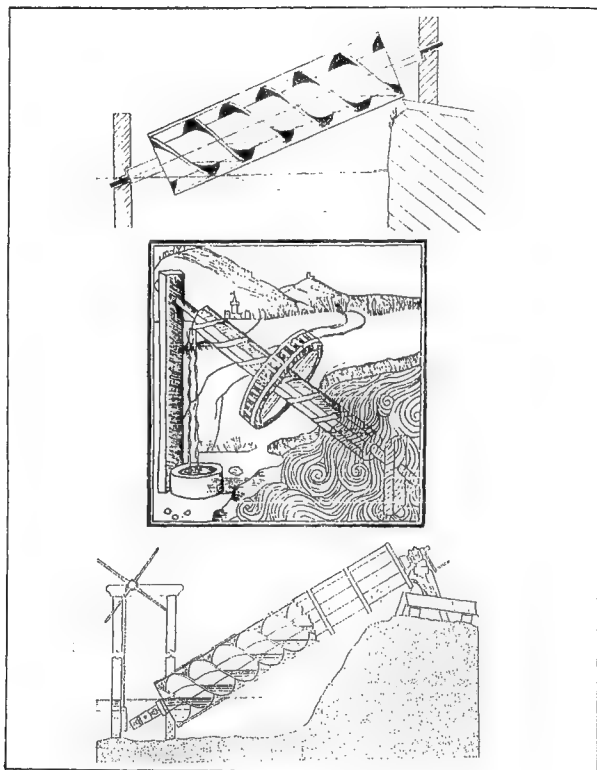


شكل (١٨)
وسيلة ميكانيكية لمرح هرائس في الحظارة الاغريقية.

جدول «٢»

رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق
أولاً: قبل الميلاد

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر وملاحظات
أرسطو/ أرسطوطاليس Aristotle	ق. ٣٠٠ - ٣٨٤	إشارات متفرقة	
اقليدس Euclid	حوالي ٣٣٠ - ٢٨٠	الموازين؟	
أرشميدس Archimedes	٢٨٧ - ٢١٢	كتاب «عمل ساعات الماء التي ترمي بالبنادق» . وفيها ضروب من الحركات المنسوبة الى ارشميدس . كتاب «آلة ساعات الماء التي ترمي بالبنادق» «كتاب عمل الآلة التي تطرح البنادق» .	مخطوط مكتبة أياصوفيا باستانبول . معهد المخطوطات العربية بالقاهرة . فهرست ابن النديم : ٣٨٦ ، ٤١١ . مخطوط المكتبة العامة بنيويورك
		لولب أرشميدس لرفع الماء Archimedean Screw	أول نسخة مصورة منشورة لكتاب فيتروفيوس (Vitruvius) سنة ١٥١١ م .
		المرأة المحرقة . معدات القتال . كتاب عن مركز الثقل .	



شكل (١٩)
لوبي أرشميس لرفع الماء الى جهة العلو (من القرن الثالث قبل الميلاد).

مخطوطات عربية لأعمال أرشميدس وفيلون البيزنطي

١ - «عمل ساعات الماء التي ترمي بالبندق، وفيها ضروب من الحركات» .
لأرشميدس .

١ - مخطوط مكتبة أيا صوفيا (حاليا بمكتبة جامعة استانبول) - رقم: ٢/٤٨٦١، الكتاب الثاني ضمن مجموع، الصفحات: ٦١/ب - ٨٢/ب، وهذه النسخة ناقصة الآخر، كتبت سنة ٦١٣ هـ = ١٢١٦ م بخط عبد القوي بن عبدالمعطي .

٢ - مخطوط المكتبة البريطانية بلندن - رقم: Add. 23, 391 .

٣ - مخطوط المكتبة الوطنية بباريس - رقم: رقم شرقي - ٢٤٦٨ .

٤ - مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - رقم: ٩٥٤، ولا تتضمن هذه النسخة سوى بداية العمل فحسب .

٥ - مخطوط المكتبة العامة لنيويورك - مجموعة سينسر الهندية الايرانية - رقم: ٢ - رسالة الحكيم محمد، نسخت ١٠٣٠ هـ = ١٦٢٠ م .

(New York Public Library - Indo-Persian Spencer Collection, MS2)

٢ - «كتاب فيلون في الحيل الروحانية ومخانيقا الماء»

مخطوط مكتبة جامعة استانبول (سابقا أيا صوفيا) - رقم: ٣٧١٣ .

٣ - «هذا ما استخرجه ايرن من كتاب فيلون وأرشميدس اليونانيين^(١) من جر الانتقال، والبندق، والأمياه، والجمامات، وما شاكله»

- مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - رقم: ٩٥٤، ويقع في ٤٦ ورقة - مجموعة: Collegit

Quidam Iran (Marsh. 669)

وقد تم اكتشافه سنة ١٨٥٤ م، ونبين فيما يأتي محتويات هذا المخطوط:

الورقة

١ عنوان عام .

٢ - ٦ مجموع آلات وحيل الأول .

٦ - ١٨ كتاب الدواليب المتحركة من ذاتها .

١٩ - ٢١ عمل ساعات البنادق والغراب .

٢٢ - ٢٥ جزء من عمل الساعات .

(١) في الاصل: اليونانيان .

- ٢٦- ٤٨ مجموع مجهول المؤلف
- ٩٩- ٩٢ كتاب فيلون في الآلات الروحانية.
- ٩٣ ورقة بيضاء.
- ٩٤ ثلاثة سطور في غير موضعها.
- ٩٥ مقدمة دراسة في الساعات ومنسوبة لأرشميدس ومهداة إلى أرسطون.
- والمخطوط غير مؤرخ، إلا أنه يمكن إرجاعه إلى سنة ٧٥٥ هـ = ١٣٥٤ م بناء على ملاحظة الحروف السحرية لبديع الزمان.
- إن أول من قام بوصف ساعة أرشميدس هو البارون كارا دي فو^(١) حيث عرض لتفاصيلها الانشائية ، كما أورد نماذج من النص العربي، وقد نقله إلى اللغة الألمانية فيدمان وهاوزر^(٢)، وذلك بالرجوع إلى مخطوطات لندن وباريس واكسفورد التي أشرنا إليها سابقا.
- هذا وقد تعرض دراخان^(٣) بالنقد لما جاء في الترجمة الألمانية، حيث خلص إلى أن الساعة موضوع الوصف يمكن أن تعزى إلى مخترع عربي تمكن من تجميع التفاصيل من مصادر متعددة أحدها هو فيلون البيزنطي، وربما كان المصدر الثاني هيرون السكندري.
- ويعترف كل من رضوان الساعاتي وبديع الزمان الجزري (وكلاهما من القرن السادس الهجري = القرن ١٢ م) أنها استعانا بأعمال أرشميدس في إنشاء ساعاتهم ذات التدفق المنتظم.

Carra de Vaux:

(١)

"Notice sur deux Manuscrits Arabes", JA, 8 Serie, 18, (1891), 295 ff

E. Wiedemann and F. Hauser:

(٢)

"5 Uhr des Archimedes und zwei andere Vorrichtungen", Nova Acta, 103, (1918), No. 2, 184-202.

A.G. Drachmann:

(٣)

"Ktesibios, Philon and Heron; a study in Ancient Pneumatics", Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium (edited Bibliotheca Universitatis Naumensis, Copenhagen), 4, (1948), 1-197; for Archimedes see pages 36-41.

جدول «٤»

رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق
أولاً: قبل الميلاد

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر وملاحظات
اكتاسيبوس Ktesibios or Ctesibios or Ctesibius	ق.م. ٠ حوالي ٢٧٠	كتاب «مدخل بيوس الى علم الحيل» (المخطوط منقول عن نسخة بني موسى بن شاكرا سنة ٦٨٨ هـ = ١٢٨٩ م) المضخة الدافعة	مخطوط مكتبة احمد الثالث باستانبول معهد المخطوطات العربية بالقاهرة
أبولونيوس النجار الحكيم الرياضي Apollonius	ق.م. ٠ ٢٦٠ - ٢٠٠	آلة موسيقية ميكانيكية تعمل بالنفخ في مزمار. أنجزها حوالي سنة ٢٢٥ ق.م. اشتهر بكتابه في المخروطات (في الهندسة العقلية)	مخطوطات لندن وباريس ونيويورك وأكسفورد
فيلون البيزنطي Philo or Philon of Byzantium	حوالي ٢٥٠ ق.م. (وفي قول آخر ٢٥ ق.م. الى ما بعد ٤٠ م)	«كتاب فيلون في الحيل الروحانية ومخانيقا الماء»	حققه ونشره البارون كارا دي فو
(Philon de Byzance)		«كتاب الدوائر المتحركة»	مخطوط بمكتبة جامعة الملك سعود بالرياض

* لنا دراسة مفصلة عنه في كتابنا: «أصول الحيل الهندسية في الترجمات العربية».

من أعمال اكتاسيبيوس

(نُبع في حدود سنة ٢٧٠ ق.م. بالاسكندرية)

يعتبر اكتاسيبيوس مخترعاً من الطراز الاول، وقد صُنّف كتابا يتضمن اختراعاته، وكان هذا الكتاب في حوزة فيثروفيوس (Vitruvius)^(١) الذي حكى عنه في كتابه «De Architectura» (الكتاب العاشر - الفصل السابع)^(٢).

ويعزي الى اكتاسيبيوس وقوفه على أن الهواء جسم، وقد أدت دراسته للهواء الى اختراعه للاسطوانة والكابس (Cylinder & Plunger or Piston)، وينسب إليه تطوير حركة الموائع من هواء وماء. وقد اخترع اكتاسيبيوس مضخة هواء - ذات صمامات - تتصل بمجموعة مفاتيح وصفوف من الأنابيب، وقد عرف هذا الاختراع بالآرغون المائي، حيث كان وعاء الهواء يعمل بضغط الماء، ومن هنا جاءت تسميته بالمائي.

وينسب الى اكتاسيبيوس اختراع مضخة رفع مائية، كذا ابتكار ساعة مائية تعتمد على تدفق الماء بمعدل ثابت خلال ثقب، وقد صنع اكتاسيبيوس الثقب من الذهب، وذلك لتفادي حدوث الصدأ، كذا من جوهر كريم لتفادي، التآكل، وينساب الماء المتدفق عبر الثقب إلى وعاء اسطواني، فيرفع عوامة تحمل مؤشرا يشير الى تدريج للساعات، وقد زودت العوامة بجريدة مسنة تدير قرصا مستنا، فيحرك عرائس أو شخصوا، أو ليقرع أجراسا أو يجعل طيوراً تصدح، وما الى ذلك من وسائل للتسلية أو للزينة.

هذا ويسجل فيلون البيزنطي من جنّيقين من اختراع اكتاسيبيوس، يعمل أحدهما بالهواء المضغوط، بينما يعمل الآخر بنوابض «بايات»^(٣) من البرونز.

من أعمال فيلون البيزنطي* (نُبع حوالي ٢٥٠ ق.م.)

عن فيلون البيزنطي يقول أبو عمر محمد بن يوسف بن يعقوب الكندي (وكان حيا سنة ٣٥٩ هـ = ٩٧٠م)^(٤) إنه كان بارعا في إنشاء دواليب الماء والطواحين والحيل^(٥).

ولعل أهم أعمال فيلون البيزنطي قد احتوتها الدراسة التي قام بها البارون كارا دي فو في بداية هذا

(١) اسمه الكامل: "Marcus Vitruvius Pollio" وقد نُبع في حدود سنة ٢٧ ق.م. - ١٤م، وكتب كتابه حوالي سنة ١٥ ق.م. وذلك في العصر الذهبي لأوغسطس الذي دام حكمه زهاء ٤٥ عاما. وقد ظهرت الطبعة المصورة الأولى لكتاب فيثروفيوس سنة ١٥١١م، وقد امتد حكم أوغسطس Augustus من ٦٣ ق.م. الى ١٤ م.

(٢) "Ctesibius (Ktesibios)" (٢)

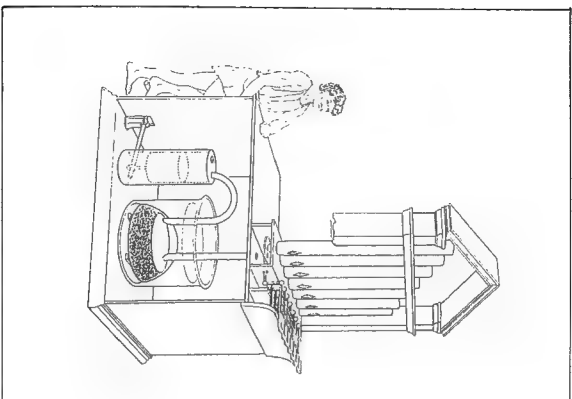
Dictionary of Scientific Biographies, Vol. (3), (1971), pp. 491 - 492.

(٣) أيضا «زئيركات»

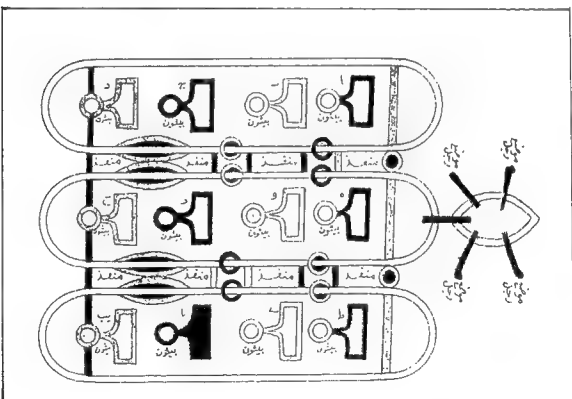
* في قول آخر حوالي ٢٥ ق.م الى ما بعد ٤٠م.

(٤) وهو غير لي يوف يعموب بن اسحاق الكندي (١٨٥ - ٢٥٢ هـ) = (٨٠١ - ٨٦٧م) الملقب بفيلسوف العرب.

(٥) عن مخطوط بمكتبة الأرنؤدكس اليسوعيين ببيروت.



شكل (٢١)
فكره الارغون التي لا تحسب حث يمل وياه الهواء يضبط الماء.



شكل (٢٢)
الارغون الجاهج لجميع الاموات.

القرن وهي :

Carra de Vaux:

"Le Livre des Appareils Pneumatiques et des Machines Hydrauliques par Philon de Byzance", Paris Academie des Inscriptions et Belles Lettres, 38, (1903), Pt. I.

لكتاب فيلون البيزنطي الموسوم : «كتاب فيلون في الحيل الروحانية وغانيقا الماء»^(٩) كما ينسب لفيلون «كتاب الدوائر المتحركة» ، ويوجد مخطوط له بمكتبة جامعة الملك سعود بالرياض .
هذا ونسوق فيما يأتي مثالين من الحيل الواردة في كتاب فيلون يبين فيها عمل السحارة العادية (المتعب أو السيفون Siphon) ، والسحارة المخنوقة (Jacketed Siphon) .

[الحيلة (٩)]

صنعة أخرى

قد بينا أن السحارة لها شعبتان إذا وضعت في إناء مملوء ماء ، وبدأ أحد يجتر ذلك الماء بفيه بالمص حتى إذا اتصل بالمص تركه ، فإنه يسيل أسفل الاناء» .

[الحيلة (١٠)]

ولتلك الأنبوة عرض لكيما يخنق الأنبوة خنقاً جيداً ، وينبغي ان يكون فم الأنبوة الأعلى مسدوداً جافاً ، وأما الفم الأسفل فإنه ينبغي أن يكون مقطوعاً من كلا الجانبين ، لكيما إذا حبس على أسفل الاناء يكون للماء مسيل ومدخل حسن .
فلتكن علامة الاناء أ ، والانبوب النافذ فيه القائم عليه ب ، والانبوب الاعلى عليه ج ، وبلغ الماء عليه د ، ومخرج الماء عليه هـ .

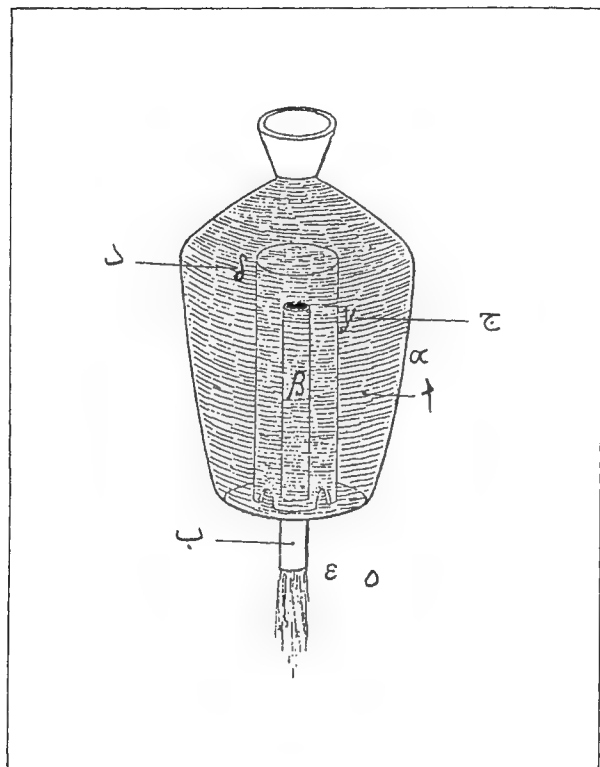
فإذا هي ذلك كما وصفنا ينبغي أن يصب الماء في الاناء ، فإنه اذا صب فيه قام ولم يسيل ، لأن الانبوب الاول الذي أدخل من أسفل الاناء مرتفع عن الماء ، ويسمى هذا سحارة ، فإذا ارتفع على السحارة الماء مكانه يسيل خارجاً من تلك السحارة ، فإذا بدأ السيل يدفع الهواء الذي في السحارة ، فاما من الأنبوة فقد دفع الهواء حيث كان ملاً الاناء ، فهو بين ان ذلك الماء يسيل سيلاناً دائماً حتى يفرغ جميع ما في الاناء لحال العلة التي ذكرنا ، وحيث وصفنا السحارة التي قبل هذه ، وهذه السحارة تسمى المخنوقة .

فينبغي لنا الآن ان نعلم أن هذا الاناء مما يحتاج إليه في أشياء كثيرة من تهية الآنية الروحانية كما قلنا فيها سلف ، وهذا الفعل ايضا مثل أسطقس من أسطقس هذه الصنعة ، وهذه صورة ذلك» .

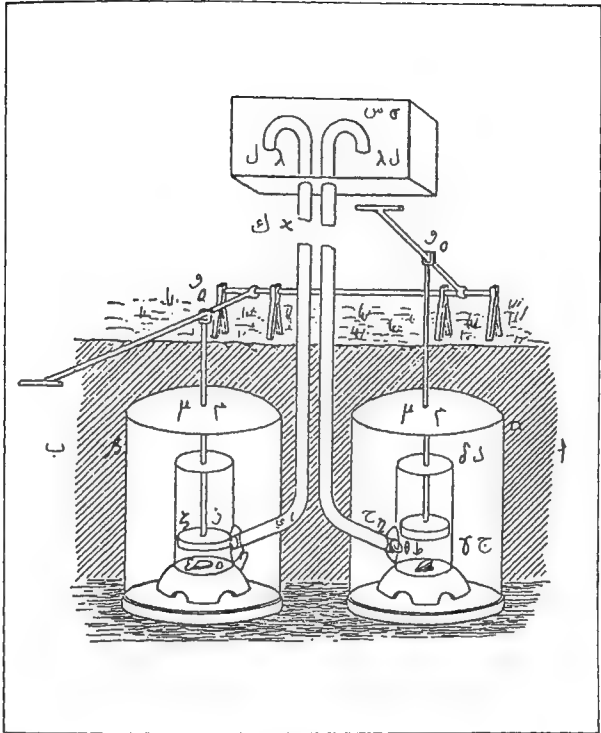
(٩) راجع الدراسة المفصلة لهذا الكتاب في مؤلفنا : «أصول الحيل الهندسية في الترهات العربية» .



شكل (٢٢)
السَّحارة (المُغَب أو السيفون : (Siphon) ذات الشعيتين - من أمثال فيلون البيزنطي (راجع شكل ٦٦)



شكل (٢٣)
السحارة المخبوقة - من أمهات فيلون البيزنطي.



شكل (٢٤)

المضخة الماصة الكاسية ذات الاسطوانتين اللتين تعملان بطريقة منفصلة كما وردت ضمن أعمال فيلون البيزنطي التي حققها - من المصادر العربية - البارون كانزادي نو (Carra de Vaux) ، ولعل هذه المضخة كانت النموذج الرائد لمضخة هيرون السكندري فيما بعد .
(راجع كتابنا : «أصول الحيل الهندسية في الترجمات العربية»).

مجموع في الحيل

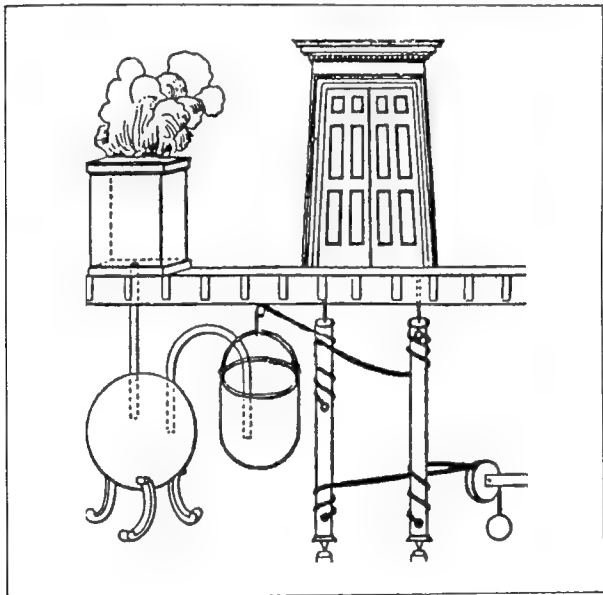
محتويات مخطوط مكتبة جامعة مانشستر بانجلترا - رقم : [419] 351 ، ويشتمل على مائة ورقة :

الصفحات

«حكايات كتاب فيلون المخانيقي في الحيل» (Treatise of Philo of Byzantium on Pneumatics)	١/١٥ - ١
كتاب في الحيل لمؤلف غير معلوم .	١٥/ب - ٥٠
صور كتاب الحيل لبني موسى بن شاذان لما خصه أبو حاتم المظفر بن اسماعيل الاسفزازي ^(١) رحمه الله ، ومنه التوفيق	٥٠/ب
دراسة في الحيل لمؤلف مجهول .	٥١ - ٥٥
المقالة الثانية من كتاب ايرن المخانيقي ، وهي في رفع الأشياء المثقلة بالقوة اليسيرة	٥٥/ب - ٥٨
ما وجد من كتاب أيلونيوس في البكرة .	٥٩ - ٦١
معاني كتاب ايرن المخانيقي في رفع الأشياء الثقيلة	٦١ - ٧١
بالقوة اليسيرة - المقالة الأولى منه .	
المقالة الثانية من كتاب إيرن المخانيقي في رفع الأشياء	٧٢ - ٨٢
الثقيلة بالقوة اليسيرة .	
دراسة فارسية موجزة لدولاب مياه .	٨٢/ب - ٨٣/أ
عجلة ميكانيكية .	٨٣/ب
ماكينة تعمل بالماء (إيدروليكية) .	٨٤/أ
رسالة الخارقي في انخاذ الكرة التي تدور بذاتها بحركة مساوية لحركة الفلك	٨٤/ب
مدينة القسطنطينية - منسوبة لأرسطو .	٨٥/أ
صفحة فارغة	٨٥/ب
استكمال لما جاء بصفحة ٨٤/ب .	٨٦ - ٨٩
صفحة فارغة .	٩٠
«نهاية الإدراك في دراية الافلاك» لقطب الدين محمد بن مسعود	٩١ - ٩٣
ابن مصلح الشيرازي (ت : ٧٢٨هـ = ١٣٢٧م) .	
صفحة فارغة .	٩٤/أ
دراسة في الميكانيكا وحركة الماء ، من تصنيف أبي حاتم المظفر بن اسماعيل الاسفزازي .	٩٤/ب - ١٠٠

(١) توفي الإسفزازي سنة ٤٨٠هـ = ١٠٨٧م .

ويجيء في آخر المجموع العبارة الآتية :
 «فإننا قد جمعنا في هذا الكتاب ما تناهى إلينا من كتب القدماء المصنفة في أنواع الحيل مثل : كتاب
 ايرن المخانقي .
 ومثل ايلونيوس في انواع البكرات . .
 وابتدأنا أولاً بحكايات صور الحيل التي عملها الاخوان الذين هم عماد واحمد والحسن . . . » .



شكل (٢٥)

استغلال تمدد الهواء بالحرارة لاجداث حركة يخفى فاعلمها كفتح الأبواب، ومن ثم جاءت تسمية «الآلات الروحانية» .
 من أمثال هيرون السكتندري - القرن الأول للميلاد .

جدول «هـ»

رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق

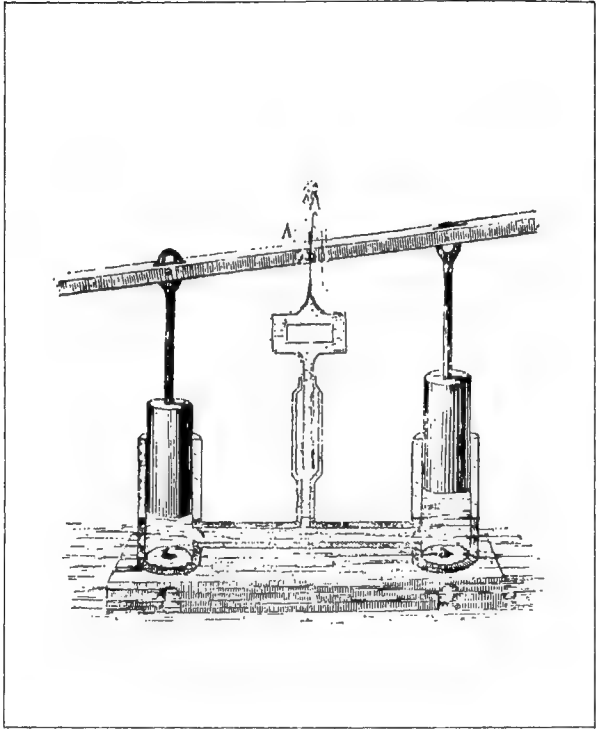
اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر وملاحظات
إيران / إهرن هيرون السكندري إهرن الكبير Hero or Heron of Alexandria	النصف الثاني من القرن الأول للميلاد (أشار الى الخسوف الذي حدث في ١٣ مارس سنة ٢٦٣م)	كتاب شيل الأفعال كتاب الحيل الروحانية كتاب في الأشياء المتحركة من ذاتها كتاب العمل بالاسطرلاب	فهرست ابن النديم: ٤١١، ٣٩٠
		كتاب «رفع الأشياء الثقيلة» ترجمة قسطا بن لوقا البلعكي	مخطوط مكتبة أيا صوفيا باستانبول معهد المخطوطات العربية بالقاهرة
		كتاب «الحيل الروحانية» ترجمة قسطا بن لوقا البلعكي .	
		"Spiritalium Liber", Published in Latin at Urbino in 1575 (On Pneumatics)	Science Museum, London
		"Mechanici" Published in Latin & Italian at Venice in 1572. (Machines of War) آلات الحرب .	Science Museum, London

جدول «٦»

رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق

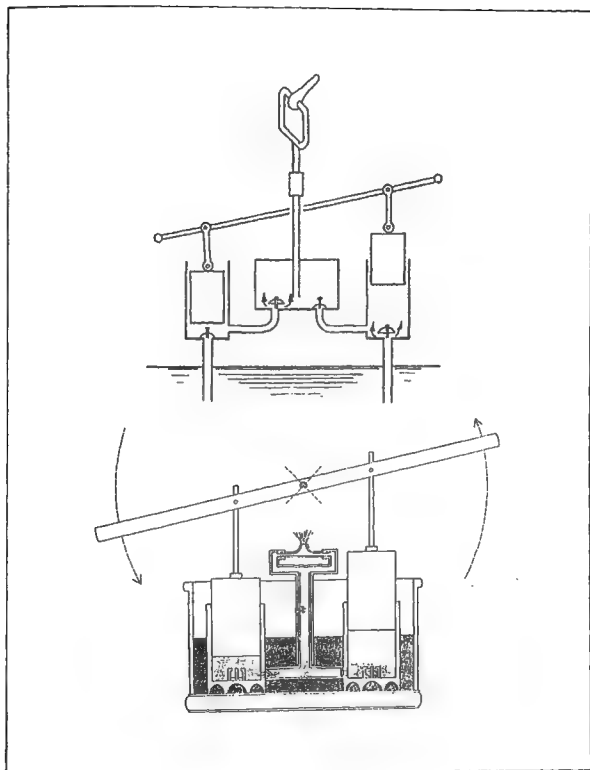
اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر وملاحظات
تابع هرون السكندري Heron of Alexandria	النصف الثاني من القرن الأول للميلاد	المضخة الترددية الماصة الكابسة، ذات الأسطوانتين والكابسين، المستعملة في ضخ الماء لاسيما لاختاد الحرائق : Hero's Fire Engine	
		النموذج الأول لتريبتة (عنتفة) تقوم على مبدأ رد الفعل المقابل لنفث البخار ليحدث حركة دوارة : Hero's Aeolipile *	عن كتاب "Opera" لهرون السكندري
		آلة إبصار على زاوية قائمة مزودة بميزان ماء (Dioptra) هي رائلة آلة الترانزيت Transit المستعملة في العصر الحاضر في أعمال المساحة .	

* نسبة الى كلمة Aetolus الاغريقية التي تعني آله الريح .



شكل (٢٦)

رسم قديم للمضخة الماصة الكابسة (Force Pump) من أعمال هيرون السكندري ، حيث يجري تشغيل الكابسين في الأسطوانتين بذراع واحدة ، فبينما يحدث السحب في إحدى الأسطوانتين ، يتم الدفع أو الكبس في الاسطوانة الأخرى ، ويخرج الماء من منفذ مشترك ، وقد عرفت هذه المضخة لعدة قرون بمضخة هيرون لاختاد الحريق (Hero's Fire Engine) .



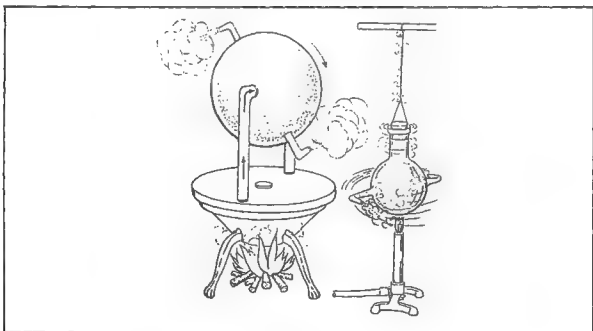
شكل (٢٧)

المضخة الدفمية لـهرون السكندري، وقد استعملت لقرون عديدة لاسيما لاطفاء الحرائق (Hero's Fire Engine).



شكل (٢٨)

فكرة رد الفعل الشفّات لـهرون السكندري حيث يدخل البخار عند طرفي قطر كرة، لينخرج منها من منفذين معقولين لتحثّ حركة دوائر للكرة.
(Hero's Aeolipile)



شكل (٢٩)

استخدام مبدأ الدفع الشفّات (Jet Propulsion) في تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة حركية (ميكانيكية).

* نسبة الى Aeolus آله الريح عند الاغريق.

عن أعمال هيرون السكندري

ينسب الى هيرون السكندري كتاب في الميكانيكا (ميكانيكا هيرون السكندري) نقله الى اللسان العربي قسطا بن لوقا البعلبكي حوالي سنة ٢٥٠هـ = ٨٦٤م ، وترجمه الى الفرنسية البارون كارا دي فو، كما أشار اليه دراخان :

Carra de Vaux:

"Les Mecaniques ou L'Elevateur de Heron d'Alexandrie sur la Version Arabe de Qosta ibn Luqa",

JA, 9 Serie, (1893), Tome I, pp. 386-472: Tome II, pp. 152-292, 193-269, 420-514.

A.G. Drachmann:

"The Mechanical Technology of Greek and Roman Antiquity", Copenhagen/Madison/London 1963.

ويروي أبو عمر محمد بن يوسف بن يعقوب الكندي (وكان حيا حوالي سنة ٣٥٩هـ = ٩٧٠م)^(١) أن هيرون قد كتب في الآلات التي تعمل بالهواء، كما أنه اشتغل بعمل الساعات وأجهزة قياس الوقت^(٢).

مخطوطات عربية لأعمال هيرون السكندري ومن تلاه من علماء الاغريق والروم

١ - «كتاب إيرن في رفع الأشياء الثقيلة»

لإيرن السكندري .

ترجمة قسطا بن لوقا البعلبكي .

- مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم : رياضة - ٦٦٨ ، ويشتمل على ٤٧ ورقة ، كتبت بخط نسخي مقروء حوالي سنة ١٠٠٠هـ = ١٥٩١م .

٢ - «كتاب جر الأثقال»

- مخطوط بمكتبة بشير أغا باستانبول .

٣ - «كتاب الحيل ورفع الأشياء الثقيلة»

- مخطوط بمكتبة جامعة استانبول (أيا صوفيا سابقا) - رقم : ٢٧٥٥ ، ويشتمل على ما يأتي :
الكتاب الأول : ميكانيكا هيرون السكندري .

(١) وهو غير أبي يوسف يعقوب بن اسحاق الكندي (١٨٥ - ٢٥٢هـ) = (٨٠١ - ٨٦٧م) ، الملقب بفيلسوف العرب . GAL-I: 149 .

(٢) عن مخطوط بمكتبة الأثينودكس اليسوعيين ببيروت .

الكتاب الثاني : كتاب الدوائر المتحركة من ذاتها (كما في مخطوطة أكسفورد).
الكتاب الثالث : بعنوان :

«هذه رسالة لمورسطةس الحكيم : صنعة الأرغين البوقي».

الكتاب الرابع : بعنوان :

«هذه رسالة أخرى لمورسطةس الحكيم : صنعة الأرغين الزمري».

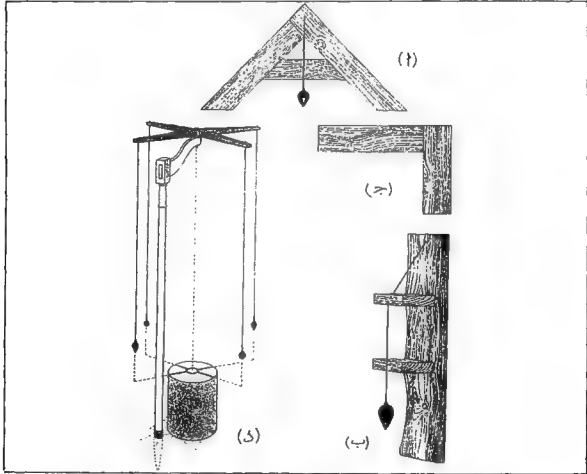
الكتاب الخامس : كتاب «الآلات الروحانية» لفيلون البيزنطي .

٤ - «كتاب إرن في رفع الأشياء الثقيلة»

نقله من اللسان اليوناني الى اللسان العربي قسطا بن وفا البعلبيكي (نسخ في حدود سنة ٢٢٠هـ =

٨٣٥م).

طبع في باريس سنة ١٨٩٤م بتصحيح البارون كارا دي فو (Carra de Vaux) .



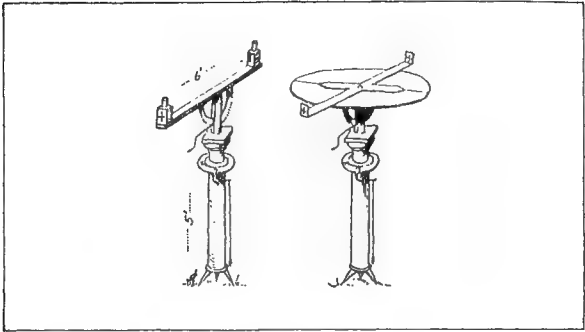
شكل (٣٠)

أدوات ضبط المستوى الأفقي (أ)، والمستوى الرأسي (ب)، وتحقيق التعامد (ج)، وجدت كلها في طيبة، ويرجع تاريخها الى حوالي ١١٠٠ق.م. (د) أداة من الحضارات القديمة لعمل الزوايا القائمة، عرفت عند الرومان بكلمة (Groma).

جدول «٧»

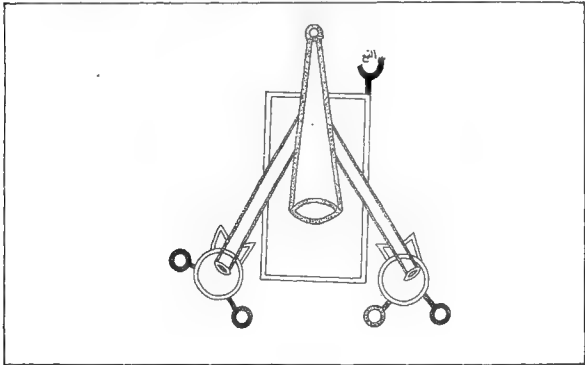
رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر وملاحظات
بطليموس القلوذي السكريري Ptolemaeus Claudius Ptolemy of Alexandria.	ت: ١٦٨ م	كتاب «المجسطي» (Almagest) كتاب في علم هيئة الفلك وحركات الكواكب بالبراهين الهندسية، وهو أهم ما صُنِفَ في الهيئة في الحضارة الاغريقية. وله تحريرات وشروح كثيرة. عربه حنين بن اسحق.	أصل اللفظ ماجستوس، وهو يوناني مذكر معناه البناء الكبير، ومؤثته ماجستي. أول من عمل الاسطرلاب الكروي والآلات النجومية
بروكليس Proclus	٤١٢ - ٤٨٥ م	ألف في الهندسة	
ثاؤن الاسكندراني		كتاب «العمل بذات الخلق» كتاب «العمل بالاسطرلاب»	فهرست ابن النديم: ٣٨٩
مورطس ويقال: مورسطس		كتاب في الآلات المصنوعة المسماة بالأرغن البوقي والأرغن الزمري. كتاب آلة مصونة تسمع على ستين ميلا.	فهرست ابن النديم: ٣٩١



شكل (٣١)

أداة إبصار للتمااند تعرف بـ (Hero's Dioptra) ، الأداة الى اليسار مزودة بميزان ماء ، أما الأداة الى اليمين فهي الأداة الرائدة لآلة الترانزيت (Transit) المساحية الحديثة .



شكل (٣٢)

آلة الأرغون المصنوعة التي تُسمع على بعد ستين ميلا لمورطس أو مورسطنس .

جدول «أ»

رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر وملاحظات
تابع مورطس أو مورسطس		كتاب «آلة الزمر البوقي» كتاب «الزمر الرجي» كتاب «الدواليب» كتاب «الأرغن»	فهرست ابن النديم: ٤١١
ساعاتس		كتاب «الجلجل الصباح»	فهرست ابن النديم: ٣٩١
هرقل النجار		كتاب «الدوائر والدواليب»	فهرست ابن النديم: ٤١١, ٣٩١
بادرو غوغيا		كتاب «استخراج المياه»	فهرست ابن النديم: ٣٩١

٢, ٢, ٢ - رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين

تسجل الجداول (٩) الى (١٧) التابع الزمني لمن اهتم من علماء العرب والمسلمين بهندسة الحركات، كما تبين هذه الجداول أهم إنجازاتهم في هذا المجال وما حقق منها وما نشر وما ترجم عسي أن يعيننا ذلك على رسم القسامات العامة لجهد العرب والمسلمين في صناعة الآلات.

هذا وقد ارتأينا لاتمام الفائدة أن نردف الجدول (١٨) لبيان أهم المصادر التي يمكن الرجوع إليها في مجالات التصنيف والتراجم واللغة.

جدول «٩»

رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر وملاحظات
الفزاري أبواسحاق ابراهيم بن حبيب الفزاري	حوالي ١٨٤هـ ٨٠٠م	«كتاب العمل بالاسطرلاب، وهو ذات الحلق» . «كتاب العمل بالاسطرلاب المسطح» .	فهرست ابن التديم : ٣٩٥ كشف القنون : ١٣٩٠
ما شاء الله ابن أثري	حوالي ٢٠٠هـ ٨١٥م	«كتاب صناعة الاسطرلابات والعمل بها» . «كتاب ذات الحلق» .	فهرست ابن التديم : ٣٩٦
الفراغاني محمد بن كثير	حوالي ٢٤٧هـ ٨٦١م	«كتاب عمل الرخامات» .	فهرست ابن التديم : ٤٠٣
المروزي الحاسب حبش بن عبدالله	حوالي ٢٢١هـ ٨٣٥م	«كتاب عمل الاسطرلاب» . «كتاب الرخائم والمقاييس» .	فهرست ابن التديم : ٣٩٨
الخوارزمي محمد بن موسى	ت : ٢٣٦/٣٢هـ ٨٥٠/٤٦م	«كتاب الرخامة» . «كتاب العمل بالاسطرلاب» . «كتاب عمل الاسطرلاب» .	فهرست ابن التديم : ٣٩٧
بنو موسى بن شاکر	حوالي ٢٦١هـ ٨٧٤م	«كتاب الحيل» لبني موسى «كتاب بني موسى في القرسطون» .	تم تحقيقه ونشره وترجمته فهرست ابن التديم : ٣٩٣ ، ٤١١

جدول «٩٠»

رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب/ العمل	مصادر
عطاردين محمد الحاسب النجم		«كتاب العمل بالاسطرلاب» . «كتاب العمل بذات الخلق» . «كتاب المرايا المحرقة» .	فهرست ابن النديم ٤٠١
قسطنطين لوقا الجبلكي	٢٠٥ - ٣٠٠ هـ ٨٢٠ - ٩١٢ م	ترجمة «كتاب الحيل الروحانية» لآيرن .	
ثابت بن قرة الخوافي الصافي	٢٢٢ - ٢٨٩ هـ ٨٣٦ - ٩٠١ م	كتاب «رخامات آلات الساعات» .	مخطوط مكتبة كورنيلي باستانيول رقم : ٩٤٨
النيريزي أبو العباس الفضل ابن حاتم النيريزي	ث : ٣١٠ / ٣١١ هـ ٩٢٢ / ٩٢٣ م	«كتاب البراهين وتبينة آلات يتبين فيها أبعاد الأشياء»	فهرست ابن النديم : ٤٠٣

جدول «١١»

رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب/ العمل	مصادر
ابراهيم بن سنان الجرجاني الحراني الصابي، أبو اسحق	ت : ٣٣٥هـ = ٩٤٦م	«كتاب الرخامة»	عمله في السادسة عشر من عمره، وأقام عليه البرهان (عن حاجي خليفة ص: ١٤٢٠)
		«كتاب آلات الاطلاق»	نفس الملاحظة السابقة (ص: ١٣٩٦)
ابوعمر محمد بن عبيد الواحد غلام ثعلب	ت : ٣٤٥هـ = ٩٥٦م	«كتاب الساعات»	كشف الظنون ص: ١٤٢٣
السجزي أبوسعيد السنجري	نيخ حوالي ٣٥٨هـ ٩٦٩م	«مقدمة لصناعة آلة تعرف بها الابعاد»	مخطوط بمكتبة جامعة كولومبيا Columbia بالولايات المتحدة الأمريكية.

جدول «١٣»

رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر
القوهي أو الكوهي أبوسهل ويحيى بن رستم	٣٨٠هـ - ٩٩٠م	«كتاب صناعة الاسطرلاب بالبراهين (مقالتان)». . «كتاب البركار التام (مقالتان)».	فهرست ابن النديم : ٤٠٩
بنو الصباح محمد وإبراهيم والحسن		«كتاب برهان صناعة الاسطرلاب». . «كتاب رسالة محمد في صناعة الرخامات». . «كتاب العمل بذات الحلق» للحسن بن الصباح	فهرست ابن النديم : ٣٩٩ فهرست ابن النديم : ٤٠٠
الكاتب الخوارزمي أبو عبد الله محمد بن أحمد بن يوسف (ت : ٣٨٧هـ = ٩٩٧م)	جری التالیف فی الفترة : ٣٦٥ - ٣٨١هـ ٩٧٦/٥ - ٩٩٢/١م	«كتاب مفاتيح العلوم» وبه مواضع صنعت الآلات	مطبوع عدة طباعات
الشولي أبو عبد الله محمد بن الحسن ابن أخي هشام الشولي		«كتاب عمل الرخامة المنحرفة». . «كتاب عمل الرخامة المطبلة». . «كتاب صناعة البنادق». . «كتاب عمل الارتفاع والسموت»	فهرست ابن النديم : ٤٠٥

جدول «١٣»

رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر
ابن السمع أبو القاسم اصبح بن محمد بن السمع الغزنائي	ت : ٤٢٦ هـ = ١٠٣٤ م	«كتاب الاسطرلاب»	يقول عنه حاجي خليفة (ص : ١٣٩) «وهما كتابان أحدهما في الآلة المسماة بالاسطرلاب وفي التعريف بصورة صنعتهما ، والآخر في العمل بها . وهو على مائة وثلاثين بابا» .
الأدمي أبو علي الحسين بن محمد		«كتاب الحرافات والحيطان وعمل الساعات»	فهرست ابن النديم : ٤٥٥
الاسفزازي أبرحاهم المظفر بن اسماعيل الاسفزازي	ت : ٤٨٠ هـ ١٠٨٧ م	اختصار «كتاب الحيل» لبي موسى بن شاكر .	
أبو الحسن محمد بن عيسى ابن أبي عباد		«كتاب العمل بذات الشعبتين»	فهرست ابن النديم : ٤٠٣
الحاج يعيش الحاج يعيش الملقبي المهندس	ت نحو ٥٦٠ هـ ١١٦٥ م	صُنِعَ مقصورة ويتر وضعا على حركات هندسية للدخول الخليفة وخروجه بحيث لا يرى تدبير الحركة .	الأعلام - ٩ : ٢٧٢

جدول «١٤»

رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر
الخازني أبو منصور أبو الفتح عبد الرحمن ابن أبي الصلت أمية بن عبد العزيز	ألف سنة : ٥١٥هـ ١١٢١م ٤٦٠ - ٥٢٩هـ ١٠٦٨ - ١١٣٥م	كتاب «ميزان الحكمة» كتاب الآلات العجيبة الرصدية رفع المراكب الفارقة	مطبوع كشف الظنون : ١٣٩٦ معجم الأدباء لباقوت الحموي
السموال المغربي السموال بن يحيى بن عباس المعروف بالمغربي	ت : ٥٧٠هـ ١١٧٥م	كتاب «إعجاز المهندسين» كتاب «المبادئ والغايات في وضع جميع الآلات»	ألفه سنة ٥٦١هـ = ١١٦٥م
مؤلف مجهول مؤلف مجهول الجزري بديع الزمان إسماعيل ابن الرزاز الجزري	 ت : ٦٠٣هـ ١٢٠٦م	«كتاب الدواليب والأرجح والروايس المتحركة من تلقاء ذواتها» . «كتاب الحيل والأمور العجيبة في عمل آلات الماء» كتاب «الجامع بين العلم والعمل، النافع في صناعة الحيل» أو «كتاب في معرفة الحيل الهندسية» . ألفه سنة ٦٠٢هـ = ١٢٠٥م	مخطوط فلورنسا مخطوط باستانبول تم تحقيقه ونشره وترجمته إلى اللغة الانجليزية

جدول «١٥»

رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب/ العمل	مصادر
رضوان الساعاتي فخر الدين رضوان بن محمد الساعاتي	حوالي ٦٠٠هـ - ١٢٠٣م	كتاب وعلم الساعات والعمل بها وصف ساعة باب جهرن	مخطوط مكتبة كوبريلي رقم : ٩٤٩. مخطوط مكتبة جوتا.
سديد الدين بن رقية (طبيب)	٥٦٥/٥ - ٦٣٦هـ ١١٦٩/٨ - ١٢٣٨م	دراسة حيل بني موسى	ابن أبي أصيبعة ص: ٢٢٠.
الطوسي نصير الدين الطوسي	٥٩٨ - ٦٧٣هـ ١٢٠١ - ١٢٧٤م	الحركة الدويرية Epicyclic Motion	
ابن الحاج محمد بن علي ابن الحاج	ت: ٧١٤هـ ١٣١٥م	نقل الأجرام ورفع الأثقال. الدولاب المنفصح القطر، البعيد المدى والمحيط، المتعدد الأكوام الخفي الحركة. الآلات الخريبة.	«الأعلام»، الطبعة الثالثة، الجزء ٧.
ابن الشاطر أبو الحسن علاء الدين علي ابن إبراهيم بن محمد الأنصاري الموقت	٧٠٤/٣ - ٧٧٧هـ ١٣٠٤/٣ - ١٣٧٥م	كتاب «الأشعة اللامعة في العمل بالآلة الجامعة». «رسالة في الاسطرلاب». وتختصر في العمل بالاسطرلاب».	

جدول «١٦»

رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب / العمل	مصادر
مؤلف مجهول	تاريخ النسخ : ٨٤٠هـ ١٤٣٦م	«كتاب خزانة السلاح» . (مختارات في وصف السلاح)	مخطوط بالقاهرة .
ابن أرتبغا الزردكاش	تاريخ التأليف : ٨٦٧هـ ١٤٦٢م	كتاب «الأتق في المتاجين»	تم تحقيقه ونشره . مخطوط باستانبول
ابن معروف تقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي	٩٣٢/٢٧هـ ٩٩٣هـ	كتاب «الطرق السنية في الآلات الروحانية» . تم تأليفه سنة ٩٥٩هـ = ١٥٥٢م .	نشرته جامعة حلب . مخطوط بمكتبه شستريتي بدلين .
	١٥٢٦/٢٠هـ ١٥٨٥م	كتاب «الكواكب الدرية في البنكلمات الدورية» . تم تأليفه عام ٩٦٦هـ = ١٥٥٩م . كتاب «ريحانة الروح في رسم الساعات على مستوى السطوح» . تم تأليفه عام ٩٧٥هـ = ١٥٦٨م .	



شكل (٣٣)

لوحة فارسية المصدر لتقي الدين بن معروف الراصد الدمشقي يظهر فيها وهو يراقب ثلاث جماعات من معاونيه (كل جماعة تضم خمسة علماء) في المرصد الذي شيد على عصوره في استانبول.

جدول «١٢»

رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب/ العمل	مصادر
كتبه بالاسبانية : ابراهيم بن احمد بن غاثم بن محمود بن زكريا الأندلسي المشهور بالرياش . وترجمه الى العربية : أحمد بن قاسم بن الفقيه بن الحجري الأندلسي .	التأليف في حدود : ١٠٠٨هـ ١٥٩٩م والترجمة سنة ١٠٤٨هـ ١٦٣٨م	كتاب والعز والمنافع للمجاهدين في سبيل الله بآلات الحروب والمدافع	مخطوط بالخزانة التييمورية بالقاهرة ومخطوط بالخزانة العامة بالرياض .

٣, ٢, ٢ - مصادر هندسة الحركات في الحضارة الإسلامية

تعتمد هذه الدراسة الوثائقية لصناعة الآلات عند العرب والمسلمين على تحقيق ودراسة وتحليل وتقويم المصادر الأصلية، ألا وهي المخطوطات العربية التي عرضت لهذا الجانب من النشاط الهندسي بدءا بما أخذه العرب والمسلمون عن الحضارات التي سبقتهم، لاسيما حضارة الاغريق وحضارة الروم (البيزنطيين)، وما توصلوا اليه من مفاهيم صحيحة وأفكار أصيلة، وما قدموه وأضافوه من ابتكارات عظيمة .

ومن ثم فإن الشق الأول من هذه الدراسة يقدم عرضا لاهم رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق، وبيانا لاهم منجزاتهم، وذلك في الفترة الممتدة من القرن الرابع قبل الميلاد الى القرن السادس بعد الميلاد، وهذه بلا شك هي نقطة البدء التي بلونها لا تصح دراسة جادة ومنصفة لصناعة الآلات، ذلك ان العرب والمسلمين اهتموا منذ صدر حضارتهم باصدار وتحرير وشرح الترجمات العربية لأهم كتب الاغريق والروم في هندسة الحركات مثل جر الاثقال ورفعها، وعمل الساعات والآلات الروحانية (الآلات التي تعمل بالهواء أو البخار)، ومبخانيقا الماء (الآلات التي تعتمد على حركة الماء)، وصناعة الآواني العجيبة التي تعتمد فيما تعتمد على فكرة المثعب، وعلى ضرورة عدم الخلاء، وحيل اخراج الماء الى جهة العلو، وآلات الحرب، ورمي الحجارة، والمرايا المحرقة، والآلات التي تتحرك عن تلقاء ذاتها الخ .

جدول «٩٨»

مصادر للتصنيف والتراجم واللغة

اسم المؤلف	الحقبة الزمنية	اسم الكتاب
أبو نصر الفارابي (المعلم الثاني)	٢٦٠ - ٣٣٩ هـ ٨٧٤ - ٩٥٠ م	«إحصاء العلوم»
أبو عبد الله محمد بن أحمد ابن يوسف الكاتب الحوارزمي	ت. ٣٨٧ هـ ٩٩٧ م	«مفاتيح العلوم» ألفه بين ٣٦٥ - ٣٨١ هـ ٩٧٦/٥ - ٩٩٢/١ م
ابن النديم	٢٨٤ - ٣٨٥ هـ ٨٩٧ - ٩٩٥ م	«الفهرست» ألفه سنة ٣٧٧ هـ ٩٨٨/٧ م
ابن جبير	٥٤٠ - ٦١٤ هـ ١١٤٥ - ١٢١٧ م	«رحلة ابن جبير»
ابن منظور	٦٣٠ - ٧١١ هـ ١٢٣٢ - ١٣١١ م	«لسان العرب» ألفه سنة ٦٨١ هـ = ١٢٨٢ م
الفيوحي	نحو ٦٩٠ - ٦٠ / ٧٧٠ هـ نحو ١٢٩١ - ١٣٦٨/٥٨ م	«المصباح المنير» ألفه سنة ٧٢٥ هـ = ١٣٢٥ م
ابن خلدون	٧٣٢ - ٨٠٨ هـ ١٣٣٢ - ١٤٠٦ م	«كتاب العبر وديوان المبتدأ والخبر» (مقدمة ابن خلدون)
أحمد بن مصطفى الشهير بطاش كبري زاده	٩٠١ - ٩٦٨ هـ ١٤٩٥ - ١٥٦١ م	«مفتاح السعادة ومصباح السيادة في العلوم» ألفه سنة ٩٤٨ هـ = ١٥٤٢/١ م
شهاب الدين أحمد الحفاجي المصري	٩٧٧ - ١٠٦٩ هـ ١٥٧٠/٦٩ - ١٦٥٩/٥٨ م	«شفاء الغليل فيما في كلام العرب من الدخيل»
حاجي خليفة أو كاتب چلبی	١٠٦٧ هـ ١٦٥٧ م	«كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون»

هذا وقد استوعب علماء العرب والمسلمين التقنيات الاغريقية امتنعابا تاما مكنهم ليس من حفظ تراث الاغريق فحسب، وانما أتاح لهم ذلك الاستيعاب فرص التحسين والتطوير والابداع والابتكار، وما إن حل القرن الثالث للهجرة (القرن التاسع الميلادي) حتى أتت الترجمة أكلها حين ظهر «كتاب الحيل» لبني موسى بن شاكر، وهو باكورة إنتاج العرب والمسلمين في هندسة الحركات، وعن هذا المصنف يقول ابن خلكان في كتابه «وفيات الأعيان»^(١): «وهو عجيب نادر، يشتمل على كل نادرة، وقد يكون هو الكتاب الأول الذي يبحث في الميكانيك.

ولقد وقفت عليه فوجدته من أحسن الكتب وأمتعها، وهو مجلد واحد. . .
كما ينسب الى بني موسى كتاب في الآلات الحربية»^(٢).

ولعله يكون من المناسب ان نعرض ببعض التفصيل لعبارة «الآلات الروحانية» التي أخذها علماء العرب والمسلمين عن علماء الاغريق، ويبدو أن هذه التسمية قد أطلقت على كل الحيل التي يعزب على المشاهد رؤية ما يبعث حركتها، وكأنها تقوم أرواح خفية بأحداث هذه الحركات، كما كان يحدث - في الحضارة الاغريقية - من فتح الابواب وبعث الموسيقى وما الى ذلك من الحيل، ويتضح ذلك من تعريف حاجي خليفة في كتابه «كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون»^(٣)، حيث يقول:

علم الآلات الروحانية

«البنية على ضرورة عدم الخلا كقذح العدل، وقذح الجور.

أما الاول فهو إناء اذا امتلأ منها قدر معين يستقر فيها الشراب، وإن زيد عليها - ولو بشيء يسير - ينصب الماء، ويتفرغ الإناء عنه بحيث لا يبقى قطرة.

وأما الثاني فله مقدار معين، إن صب فيه الماء بذلك القدر القليل يثبت، وإن ملأ يثبت ايضا، وإن كان بين المقدارين يتفرغ الإناء. كل ذلك لعدم إمكان الخلا.

قال ابو الخير وأمثال هذه من فروع علم الهندسة من نحيث تعينُ قدر الإناء، والا فهو من فروع علم الطبيعى.

ومن هذا القبيل دوران الساعات.

ويسمى علم الآلات الروحانية لازتياج النفس بغرائب هذه الآلات. وأشهر كتب هذا الفن حيل بني موسى بن شاكر، وفيه كتاب مختصر لفيلسوف^(٤)، وكتاب مبسوط للبديع الجزري^(٥). انتهى»

(١) للمجلد الثاني، صفحة ٧٩.

(٢) كتاب «إرشاد المقاصد الى اسنى المقاصد» لابن ساعد الأنصاري، صفحة ١١٢.

(٣) صفحة ١٤٨.

(٤) يقصد «فيلون السكندري» (Philo or Philon of Byzantium).

(٥) يقصد «بديع الزمان إسماعيل بن الرزاز الجزري».

ونقدم فيما يأتي قائمة بأهم المصنفات العربية التي ألّفت في مجال «هندسة الحركات»:

القرن ٣ هـ = ٩ م

١ - كتاب «الحيل» لبني موسى بن شاكر.

القرن ٤ هـ = ١٠ م

٢ - كتاب «مفاتيح العلوم» لمحمد بن أحمد بن يوسف الخوارزمي .

القرن ٦/٥ هـ = ١١/١٢ م

٣ - كتاب «رفع المراكب الغارقة» لأمية بن أبي الصلت.

القرن ٦ هـ = ١٢ م

٤ - كتاب «اعجاز المهندسين» للسموأل المغربي .

٥ - كتاب «الجامع بين العلم والعمل ، النافع في صناعة الحيل» ، أو «كتاب في معرفة الحيل الهندسية» لبديع الزمان اسماعيل ابن الرزاز الجزري .

٦ - كتاب «علم الساعات والعمل بها» لفخر الدين رضوان بن محمد الساعاتي «كذا وصف ساعة باب جهرون بدمشق» .

القرن ١٠ هـ = ١٦ م

٧ - كتاب «الطرق السنية في الآلات الروحانية» لتقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي .

هذا ونعرض فيما يأتي - بإيجاز - لمحتوى الكتب التي تم تحقيقها ونشرها وأمكن الوقوف عليها، كذا لأهم ما ورد فيها من إنجازات:

(١) «كتاب الحيل» لبني موسى بن شاكر،

(٢) كتاب «مفاتيح العلوم» للكاتب الخوارزمي،

(٣) كتاب «الجامع بين العلم والعمل ، النافع في صناعة الحيل» للجزري،

(٤) كتاب «الطرق السنية في الآلات الروحانية» لابن معروف.

٤، ٢، ٢ - المخطوطات والأعمال العربية

نفرد هذا الفصل لبيان المخطوطات العربية التي تضم أهم مصادر «صناعة الآلات» عند العرب والمسلمين وذلك حتى نهاية القرن ١٠ هـ = القرن ١٦ م ، وتشمل ما يأتي:

١ - مخطوطات وأعمال بني موسى بن شاكر،

٢ - اصطلاحات ومواضيع صناعة الآلات عند الكاتب الخوارزمي،

- ٣ - مخطوطات واعمال بديع الزمان الجزري ،
- ٤ - مخطوطات واعمال رضوان بن محمد الساعاتي ووالده .
- ٥ - مخطوطات واعمال تقي الدين بن معروف الراصد الدمشقي .

١ - مخطوطات وأعمال بني موسى بن شاكر^(١)

«كتاب الحيل» لبني موسى بن شاكر «محمد وأحمد والحسن»

(توفي سنة ٢٥٩ هـ = ٨٧٣م)

- ١ - مخطوط مكتبة الفاتيكان - رقم : ٣١٧ ، ويقع في ٧٤ ورقة ، ويضم ٩٢ رسماً من أصل مائة شكل .
- ٢ - مخطوط مكتبة جوتا بألمانيا - رقم : شرقي ١٣٤٩ ، وهو منقول تماماً عن مخطوط الفاتيكان المتقدم ذكره .
- ٣ - مخطوط موزع بين مخطوط بمكتبة جوتا - رقم : ١٣٤٩ / ١ ، وبين مخطوط بمكتبة برلين - فهرس الواردت - رقم : ٥٥٦٢ (Mq. 739 Ahlwardt No. 5562) ، ويرجع تاريخ النسخ الى سنة ٦٠٧ هـ = ١٢١٠م .
- ٤ - مخطوط مكتبة أحمد الثالث ، طوبقابي سراي - رقم : ٣٤٧٤ ، وهو أفضل المخطوطات الخاصة بهذا الكتاب على الإطلاق ، حيث يتميز بصحة النص وسلامة الأشكال ودقتها الهندسية .
- ٥ - مخطوط جامعة ليدن - رقم : شرقي - ١٦٨ ، ويحتوي على ستة أشكال فقط .
- ٦ - مخطوط المكتبة العامة في نيويورك - مجموعة سنسر الهندية الإيرانية رقم : ٢ (Indo-Persian Spenser Collection - MS 2) ، ويرجع تاريخه الى سنة ١٠٣٠ هـ = ١٦٢٠م ، ويضم مجموعة من الأشكال والنصوص مأخوذة من كتاب الحيل ، ومن مؤلفات أخرى غيره .

(١) بنو موسى بن شاكر هم رجال ثلاثة : أبو جعفر محمد ، وأبو القاسم أحمد ، والحسن ، وقد نشأوا - بعد وفاة والدهم - تحت رعاية الخليفة المأمون (١٩٨ - ٢١٨ هـ) = (٨١٣ - ٨٣٣م) ، واليهوم ينسب عدد كبير من المصنفات في الرياضيات والفيزياء والفلك ، ولهم كتاب شهير في الهندسة ترجمه جيرارد الكريموني الى اللاتينية في القرن الثاني عشر الميلادي بعنوان : "Liber Trium Fratrum de Geometria" (كتاب الاخوة الثلاثة في الهندسة) .

مجموع فيه

وكتاب في الجبر
والمقابلة للشيخ زين الدين
أبو عبدالله التنوحي المغربي
كتاب المنهل العذب الميسر
في شرح العمل بالربع
المجيب

كتاب حيل بني موسى بن شاكر
المنجم في عمل كاسات وأباريق
وقنينات وأقداح مصنعة
وله أيضا كتاب كشف الغطا
في استنباط الصواب من
الخطا

وكتاب في أحكام النجوم والكواكب
والقمرات ناقصة الأول

دخل ملك الحصر سليمان بن المرحوم يوسف الحسين سنة ١٠٧٥ Arabo 317

محتويات «كتاب الحيل»
لبني موسى بن شاكر

تبلغ عدة حيل بني موسى بن شاكر مائة حيلة ، أتبع في الملحق بثلاث حيل ، وبيان ذلك فيما يأتي :

الموضوعات	الحيل في ملحق الكتاب		الحيل الواردة في متن «كتاب الحيل»	
	العدد	الأرقام	العدد	الأرقام
صنعة الأواني العجيبة والأباريق والجرار والكيزان	٢	٣٠٢	٨٧	٨٧-١
فروارات الماء	١	١	٧	٨٨-٩٤
آلات تعمل من تلقاء ذاتها والأسرجة	—	—	٤	٩٥-٩٨
آلات متنوعة	—	—	٢	٩٩-١٠٠
	٣	المجموع	١٠٠	المجموع



شكل (٣٤)

غلاف «كتاب الحيل» لبني موسى بن شاكور (عن مخطوط مكتبة برلين - رقم: ٥٥٦٢).

أهم المنجزات الواردة في «كتاب الحيل»

لبني موسى بن شاكر

(القرن ٣ هـ = القرن ٩م)

أولاً: عرض موجز لمحتوى الكتاب

يمكن تقسيم الحيل المائة التي يشتمل عليها «كتاب الحيل» الى خمسة انواع هي :

- ١ - النوع الأول : في صنعة الأواني العجيبة ، وهي سبعة وثلاثون شكلاً (الأشكال : ١ - ٨٧) ،
- ٢ - النوع الثاني : في عمل الفؤارات ، وهي سبعة أشكال (الأشكال : ٨٨ - ٩٤) ،
- ٣ - النوع الثالث : في أنواع من السراج ، وهي أربعة أشكال (الأشكال : ٩٥ - ٩٨) ،
- ٤ - النوع الرابع : آلة الأبار^(١) ، شكل ٩٩ ،
- ٥ - النوع الخامس : آلة استخراج الأشياء من البحر ، شكل ١٠٠ .

ثانياً : أهم المنجزات

- ١ - الفهم التام لمبادئ توازن الموائع بصفة عامة ، وتوازن السوائل بصفة خاصة ، وضرورة عدم الحلاء ، أو استحالة الحلاء .
- ٢ - استخدام المثعب (السيفون المتمركز siphon) ، وقد اطلق عليه بنو موسى اسم «كأس العدل» وقد سبقهم إليه قدماء المصريين .
- ٣ - استخدام السيفون المتمركز المزدوج (Jacketed Siphon) ، وذلك بقصد منع معاودة انسكاب السائل من وعاء الى اخر عند توقف صب السائل في الوعاء الأول ، ويعزى هذا السيفون الى فيلون البيزنطي^(٢)
- ٤ - استخدام الصمام المخروطي (Conical or Cock Valve) (وقد أشاروا إليه بالباب المطحون) على نطاق واسع ، وذلك للتحكم في سريان الماء بطريقة دقيقة ، ومنها حسن احكام الغلق ومنع التدفق كلية ، وقد كان قد سبقهم إليه فيلون البيزنطي^(٣) .
- ٥ - دقة أرواج العناصر ، واستعمال كلمة «مُهْنَم» للدلالة على ما نعرفه اليوم بالعناصر المزوجة بدقة (Precisely Fitted Components) ، وقد ورد ذلك في أعمال فيلون البيزنطي
- ٦ - ابتداء انظمة تعمل بعد انقضاء فترة زمنية معينة .
- ٧ - استخدام الصمامات التي تعمل بطريقة تلقائية (Automatic) .
- ٨ - ابتداء آليات وتصميمات توفر التحكم الآلي .

(١) آلة معدة للاستعمال لتلك الأبار التي تقتل من يتزل فيها .

(٢) راجع كتابنا : «أصول الحيل الهندسية في الترجمات العربية» .

- ٩ - استخدام نظام تحكم يعتمد على التغذية الرجوعية : (Feed-Back Control System) .
١٠ - استخدام منظومة شبيهة بعمود المرفق ، ويعتبر هذا سبقا على أوروبا بنحو خمسة قرون .

بعض ملاحظات على أعمال بني موسى بن شاكر

الباب المطحون

لعل من أهم العناصر التي وردت في حيل فيلون البيزنطي^(١) وأخذها عنه بنو موسى بن شاكر هو «الباب المطحون» ، وهو بلاشك عنصر ذو تميز كبير على الصمامات البدائية ذات القرص التي وردت في أعمال فيلون البيزنطي ، وهيرون السكندري ، ويطلق عليها تسمية «الصمامات الرّادة» : (Clack Valves & Plate Valves)

ولقد جرى استعمال تعبير «الباب المطحون» (Cone or Conical - also Cock Valve and Ground in - Valve) في أعمال فيلون البيزنطي ، وأعمال بني موسى بن شاكر، كذا في كتاب «مفاتيح العلوم» للكاتب الخوارزمي ، وفي أعمال بديع الزمان أسماعيل بن الرزاز الجزري ، ورضوان الساعاتي .
ويعتبر «الباب المطحون» الذي ظهر أول ما ظهر في حيل فيلون البيزنطي تصميميا متقدما على الصمام البدائي الذي استعمله الاغريق ، واطلق عليه لفظ «الزّر» في الكتابات العربية .

هذا ويقرر كل من بديع الزمان الجزري ورضوان الساعاتي أن عملية تطبيع الأسطح المتقابلة أو التلامسة في الصمام المخروطي (الذكر Plug or Cock ، والأنثى أو القاعدة Female or Seat) ، كانت تتم باستعمال ورق سنفرة Emery Paper بينها أثناء عملية «الطحن» .

وجدير بالذكر ان الباب المطحون يمثل صماما دقيقا متمركزا «بسبب تمام تلامس سطحي الذكر والأنثى» ، مانعا للتسرب ، فاطعا للتدفق ، وقد ورد في وصفه «المهندس» أي دقيق الإزواج (Closely Fitted) ، وهي كلمة فارسية الاصل .

السحارة المخنوقة

إنه بالإضافة الى استعمال بني موسى بن شاكر للشعب (أو السيفون Siphon) ، فقد استعملوا كذلك «السحارة المخنوقة» (Jacketed Siphon) ، ويمكن بواسطتها احداث حيز هوائي محبوس يمكن تسخيره - اختياريا - لوقف تدفق السائل ، وقد جرى استعمال هذه السحارة في صناعة الأواني العجيبة التي ورد وصفها في «كتاب الحيل» لبني موسى بن شاكر .

(١) راجع كتابنا : «أصول الحيل الهندسية في الترجمات العربية» .

٢ - اصطلاحات ومواضيع هندسة الحركات

كما وردت في كتاب «مفاتيح العلوم»

لمحمد بن أحمد بن يوسف الكاتب الخوارزمي

(القرن ٤ هـ = القرن ١٠ م)

يتألف هذا الكتاب من مقالتين:

تضم المقالة الأولى منها ستة أبواب، فيها اثنان وخمسون فصلاً، بينما تشتمل المقالة الثانية على تسعة أبواب، فيها واحد وأربعون فصلاً.

وهي في هذه الدراسة - بوجه خاص - الباب الثامن من المقالة الثانية، ويضم فصلين في «الحيل»

هما:

الفصل الأول: في جر الأثقال بالقوة اليسيرة، وآلاته،

الفصل الثاني: في آلات الحركات، وصناعة الأواني العجيبة.

ففي هذين الفصلين عرف الخوارزمي مجموعة كبيرة من الألفاظ التي يستعملها أصحاب هذه

الصناعة، نوجزها فيما يأتي:

ففي جر الأثقال بالقوة اليسيرة وآلاته،

أورد الخوارزمي الألفاظ الآتية كما أورد تعريفاتها^(١):

منجانيقون - البرطيس - المخل - البيرم / البام - الكثيرة الرفع - الاسفين - اللولب - الغالغرا -

الاسقاطولي - المجانيق - العرادات - الكرسي - الخنزيرة - السهم - الاسطام.

وفي حيل حركة الماء، وصناعة الأواني العجيبة

وما يتصل بها من صناعة الآلات المتحركة بذاتها^(٢)، أورد الخوارزمي الألفاظ الآتية:

الاجانة - الدبة - السحارة / سارقة الماء - السحارة المخنوقة - الجام - جام العدل - جام الجور - الغيم

- البثيون / البزال - الزمادجة - المي دزد (فارسي بمعنى: سارق الشراب) - المهندم (لفظة فارسية معربة) -

الباب المطحون - باب المدفع - باب المستق - النقطة (وجمعها النقاطات) - الزرافة (وجمعها الزرافات) -

التختجة (وجمعها التختاج) - المليار / المتيار - سرن الرحي - بركان السرن - الفطارة (وجمعها الفطارات) -

الحنانة (وجمعها الحنانات) - النضاحة (وجمعها النضاحات) - الفؤارة (وجمعها الفؤارات) - المقاط - القلس -

الشاقول - الكونيا.

(١) طبعة دار الكتاب العربي ببيروت - تحقيق ابراهيم الأبياري، الطبعة الأولى، سنة ١٤٠٤ هـ = ١٩٨٤ م، الصفحتان: ٢٦٩ - ٢٧٠.

(٢) المرجع السابق نفسه، الصفحات: ٢٧١ - ٢٧٤.

٣ - مخطوطات وأعمال الجزري

«كتاب الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل» أو «كتاب في معرفة الحيل الهندسية»

- تأليف بديع الزمان أبي العز بن اسماعيل بن الرزاز الجزري (وكان حيا سنة ٦٠٠ هـ = ١٢٠٣ م).
- ١ - مخطوط مكتبة خزانة باستانبول - رقم: ٤١٤، ويقع في ١٧٤ ورقة، ويرجع تاريخه الى سنة ٦٠٢ هـ = ١٢٠٥ م.
- ٢ - مخطوط مكتبة جامعة استانبول (أيا صوفيا سابقا) - رقم: ٣٦٠٦، وبه ٢٤٦ ورقة، نسخ سنة ٧٥٥ هـ = ١٣٥٤ م.
- ٣ - مخطوط مكتبة احمد الثالث باستانبول - رقم: ٣٤٦١، ويشتمل على ٢١٢ ورقة، وهذه النسخة ناقصة.
- وهذه المخطوطات الأربعة مصورة بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة، تحت الأرقام: ٢، ٣، ٤، ٥ - صناعات.
- ٤ - مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول - رقم: ٣٣٥١، ويقع في ٢٥٦ ورقة.
- ٥ - مخطوط مكتبة احمد الثالث باستانبول - رقم: ٣٤٧٢، كتب سنة ٦٠٢ هـ = ١٢٠٥ م بخط نسخي جميل بيد محمد بن يوسف بن عثمان الحصكفي.
- مصور بدار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ٤٨٧، ويقع في ٣٥٦ لوحة في مجلدين.
- ٦ - مخطوط طربقاي احمد الثالث باستانبول - رقم: ٣٣٥٠، كتب سنة ٨٦٣ هـ = ١٤٥٨ م بخط نسخي جميل، وهذه النسخة ناقصة الأول.
- مصور بدار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ٤٨٦، ويقع في ٥٠٠ لوحة.
- ٧ - مخطوط المكتبة الوطنية ببائرس - رقم: ٢٤٧٧، ويرجع تاريخ نسخه الى سنة ٨٩٠ هـ = ١٤٨٥ م.
- ٨ - مخطوط مكتبة بودليانا بأكسفورد - رقم: ٢٧ - مجموعة جريفس، ويقع في ١١٣ ورقة، كتبت سنة ٨٩١ هـ = ١٤٨٦ م عن نسخة يرجع تاريخها الى سنة ٧٤٢ هـ = ١٣٤١ م، وهذه نقلت عن نسخة نقلت من خط المؤلف.
- ٩ - مخطوط مكتبة شستر بيتي بدبلن - رقم: ٤١٨٧، ويقع في ٦٦ ورقة، وهذه النسخة غير مؤرخة، ولعل تاريخها يعود الى القرن ٩ هـ = القرن ١٥ م.
- ١٠ - مخطوط مكتبة بودليانا بأكسفورد - رقم: ٨٨٦، ويقع في ١١٤ ورقة، مجموعة (Grav. 3800,28)

١١ - مخطوطة مكتبة جامعة ليدن بهولندا - رقم: شرقي ٦٥٦، ويرجع تاريخ نسخها الى سنة ٩٦٩ هـ = ١٥٦١ م، وهذه النسخة اوجه نقص كثيرة.

١٢ - مخطوط مكتبة جامعة ليدن بهولندا - رقم: شرقي ١١٧، وهذه نسخة ناقصة متباينة الجودة في الخط، وفيها أقسام وأشكال ناقصة.

١٣ - مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة اكسفورد - رقم: مجموعة فريزر ١٨٦، ويرجع تاريخ كتابته الى سنة ١٠٤٨ هـ = ١٦٧٣ م، وهي نسخة متوسطة الجودة.

١٤ - مخطوط المكتبة الوطنية بباريس - رقم: ٥١١٠ شرقي، وهذه النسخة ليست مؤرخة، وهي خالية تماما من الأشكال التي تركت لها فراغات لرسمها في مرحلة تالية، ولعل هذه النسخة ترجع الى القرن ١٢ هـ = القرن ١٨ م، وهي مكتوبة بخط فارسي جيد.

١٥ - مخطوط مكتبة لينينجراد بالاتحاد السوفيتي - رقم: ٢٥٣٩، وتشغل هذه النسخة ٥٣ ورقة فحسب، وهي ناقصة، وأقدم تاريخ تملك لها هو سنة ٩٩٩ هـ = ١٥٩١ م.

هذا وتوجد بالمكتبة الوطنية بباريس نسخة فارسية لكتاب الجزري، وهي محفوظة تحت رقم ١١٤٥، ١١٤٥/١، ويرجع تاريخ هذه الترجمة الى اللغة الفارسية الى عام ١٢٩١ هـ = ١٨٧٤ م.

«البنّاكيم»

لبديع الزمان أبي العز بن اسماعيل بن الرزاز الجزري (وكان حياً سنة ٦٠٠ هـ = ١٢٠٣ م) - مخطوط المكتبة البريطانية بلندن - رقم: Ms. Or. 116 بصفحة ٧٤٦ بالكتالوج.

أهم المنجزات الواردة في كتاب «الجامع بين العلم والعمل، النافع في صناعة الحيل»

لبديع الزمان اسماعيل بن الرزاز الجزري
(القرن ٦ هـ = القرن ١٢ م)

أولاً: عرض موجز لمحتوى الكتاب

رتب الجزري كتابه على ستة انواع هي :

١ - النوع الاول: في عمل بنّاكيم^(١) - وقيل فناكين - يعرف منها مضي ساعات مستوية وزمانية، وهو عشرة اشكال.

٢ - النوع الثاني: في عمل أوّان وصور تليق بمجالس الشراب، وهو عشرة أشكال.

(١) لفظ فارسي يعني «الساعات».

راجع «كشف الظنون»، صفحة: ١٣٩٥، وفيه يقول حاجي خليفة إن الجزري ألف كتابه هذا لقرأه أرسلان الأتقي.

- ٣ - النوع الثالث : في عمل أباريق وطساس للفصد والوضوء، وهو عشرة أشكال .
 ٤ - النوع الرابع : في عمل فوارات في برك تبديل، وآلات الزمر الدائم، وهو عشرة أشكال .
 ٥ - النوع الخامس : في عمل آلات ترفع ماء من غمرة وبيرليست بعميقة، ونهر جار، وهو خمسة أشكال .
 ٦ - النوع السادس : في عمل أشكال مختلفة، غير متشابهة، وهو خمسة أشكال .
 وبذلك تبلغ عدة أشكال هذا الكتاب (٥٠) خمسين شكلا .

ثانياً: أهم المنجزات

- ١ - تصميم وإنشاء مجموعة كبيرة من الساعات الدقاقة ذات الشخوص المتحركة .
 ٢ - تصميم الأواني العجيبة : وتشمل أباريق وطساس للوضوء وللغسل، وأواني لمجالس الشراب .
 ٣ - فوارات (نافورات) المياه بأشكال مختلفة .
 ٤ - آلات الزمر الدائم .
 ٥ - آلات رفع المياه :
 أ - آلة المغرفة الغامسة المدارة بمسند جزئي .
 ب - آلة الدولاب ذي الكفات (ترينة دفعية على غرار ترينة بلتون الذي جاء من بعده بأكثر من خمسة قرون) .

- ج - مضخة الزنجير والدلاء التي يديرها دولاب الماء .
 د - المضخة ذات الأسطوانتين المتقابلتين .
 هـ - الدواليب ذات الاجنحة
 و - الدواليب ذات الكفات

bines)

- ز - الدواليب ذات الريشات أو الاجنحة المؤرّة وتعرف بالترينيات الرد فعلية (Reaction Turbines)
 ٦ - آلية تحويل الحركة الدورانية إلى حركة ترددية .
 ٧ - اول مانع للتسرب في كابسات الأسطوانات .

هذا وقد حَقَّقَ كتاب الجزري كما تُرجم إلى اللغة الانجليزية، ويعتبر ما جاء بالكتاب أعظم انجاز هندسي لآي الحضارة الاسلامية فحسب بل في العصور الوسيطة عموماً .

٤ - مخطوطات وأعمال رضوان بن محمد الساعاتي^(١)

وصف ساعة باب جيرون
لفخر الدين رضوان بن محمد الساعاتي
(القرن ٦ هـ = القرن ١٢ م)

عُرف رضوان الساعاتي بأنه كان طبيباً وأديباً ومتمكناً في المنطق والفلسفة، بينما كان ينقصه الجانب التقني كما يدل ذلك بوضوح أسلوب عرضه لتركيبة ساعة باب جيرون الذي أتمه سنة ٦٠٠ هـ = ١٢٠٣ م. ويوجد لهذا العمل مخطوط بمكتبة الأبحاث بجوتا بألمانيا: (Forschungs biblithothek, Gotha) - رقم: ١٣٤٨ / ب، وهذه نسخة جديدة جداً تكاد تخلو من الأخطاء، تم نسخها باستانبول سنة ٩٦١ هـ = ١٥٥٤ م. وقد قام بدراسة هذا المخطوط فيدمان وهاوزر:

E. Wiedemann and F. Hauser:

"Über die Uhren in Bereich der Islamischen Kultur", Nova Acta. Abh. der Kaiserl. Leop. Carol Deutschen Akademie der Naturforscher, 100 (Halle 1915), 1 - 272. (For Ridwan, see pages: 167- 272).

وتتضمن هذه الدراسة مقدمة وبعض تفصيلات معروفة عن سيرة رضوان وعن الظروف التي أحاطت به ، كذا الجانب التاريخي للساعة، بيد أن هذه الدراسة المقتضبة لا تشفي غليل المتعطل لمعرفة الجانب الفني الانشائي للساعة.

وما يؤخذ على المخطوط أنه يحتوي على كروكيات غير متقنة، رسمت باليد الحرة، كما أنها تخلو من الرموز والحروف المرجعية، فضلاً عن أن المؤلف يشير إلى ما يجب أن يعمل دون أن يبين كيف يتم ذلك، ومع كل هذه المآخذ يظل عمل رضوان الساعاتي عملاً ذا قيمة عالية في معرض الأعمال الأصلية في تكنولوجيا الحضارة الإسلامية.

Brocklemann Gahl

(١) راجع:

G. Sarton:

"Introduction to the History of Science", Vol. I: Baltimore, 1927.

Vol.II: (2 Parts), London, 1931: 631 - 632.

٥ - مخطوطات وأعمال ابن معروف

١ - كتاب «الطرق السنية في الآلات الروحانية»

لتقي الدين محمد بن معروف بن أحمد الأسدي الراصد الدمشقي

(المتوفى سنة: ٩٩٣ هـ = ١٥٨٥ م)

١ - مخطوط مكتبة شستر بيتي بدبلن - رقم: ٥٢٣٢، ويقع في ٤٤ ورقة. كتبت هذه النسخة بخط نسخي أنيق بيد المؤلف سنة ٩٥٩ هـ = ١٥٥١ م.

وقد كانت هذه النسخة في مكتبة الشيخ محمد السفرجلاني قبل انتقالها الى مكتبة شستر بيتي بدبلن.

٢ - مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: فلک وریاضة - ٣٨٤٥، وهو مصور من مخطوطة شستر بيتي، ويقع المخطوط في ٨٧ لوحة مصورة. وهذه النسخة تنقصها بعض الأشكال في الآخر.

٣ - مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ميقات - ٥٥٧ (٤)، الكتاب الرابع ضمن مجموع، الصفحات: ١/٥٠ - ٩١/ب، كتبت حوالي سنة ١٠٠٠ هـ = ١٥٩١ م، يدعى بأنها بخط المؤلف، تملك عبد الرحمن الطولوني سنة ١٠٤٨ هـ = ١٦٣٨ م.

وهذه النسخة تنقصها صفحة من الأول، كما تنقصها جميع الأشكال.

٢ - كتاب «البنكامات الدورية»

تقي الدين محمد بن معروف بن أحمد الأسدي الراصد الدمشقي

(المتوفى سنة: ٩٩٣ هـ = ١٥٨٥ م)

١ - المخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ميقات - ٥٥٧ (١)، الكتاب الأول ضمن مجموع، الصفحات: ١/ب - ٣٥/أ، كتبت بخط نسخي مقروء سنة ١٠٥٨ هـ = ١٦٤٨ م بيد عبد الرحمن بن محمد ولي الدين البرلسي.

٢ - مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: صناعة - ١٦٦ (١)، الكتاب الأول ضمن مجموع، الصفحات: ١/أ - ٣٩/ب، كتبت بخط نسخي حسن حوالي سنة ١١٢٥ هـ = ١٧١٣ م، وعليه تملك ابراهيم سر عسكر.

وهذه النسخة ينقصها آخر المقالة الثانية، كذا الخاتمة.

٣ - وبعنوان «علم البنكامات»

بمخطوط المكتبة الوطنية بباريس - رقم: ٢٤٧٨، ويقع في ٨٥ صفحة.

وهو لتقي الدين محمد بن معروف «خویدم الشرع الشريف بقضاء نابلس».

- ٤ - وبعنوان «كتاب في معرفة وضع الساعات»
ألفه تقي الدين برسم الوزير على باشا، وضمته كيفية وضع الساعات ودوايرها وتناقلها وما الى ذلك،
ورتبته على مقدمة ومقالتين وتتمة.
- مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ١٦٦ - صناعات، كتب بقلم نسخ مضبوط
بالحركات.
٥ - وبعنوان «الكواكب الدرية في وضع البنكومات الدورية»
مخطوط مكتبة بودليانا بأكسفورد - رقم: ٩٦٨، ويقع في ٦٠ ورقة، ويبحث في الساعات الميكانيكية
التي تعمل بالمسنتات.^(١)

٣ - «الشار البيانة من قطوف الآلة الجامعة»

تقي الدين محمد بن معروف بن احمد الاسدي الراصد الدمشقي

(المتوفى سنة: (٩٩٣ هـ = ١٥٨٥ م)

- ١ - مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ميقات - ٥٥٧ (٢)، الكتاب الثاني ضمن
مجموع، الصفحات: ٣٥/ب - ٤٣/ب، كتبت سنة ١٠٥٨ هـ = ١٦٤٨ م.
٢ - مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة اكسفورد - رقم: ٨٨١ (٢)، الكتاب الثاني ضمن مجموع.

٤ - كتاب «رحانة الروح في رسم الساعات على مستوى السطوح»^(٢)

لتقي الدين محمد بن معروف بن أحمد الاسدي الراصد الدمشقي

(المتوفى سنة ٩٩٣ هـ = ١٥٨٥ م)

- ١ - مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ميقات - ١١٤٠، ويقع في ٥٨ ورقة، يدعى انه كتب
بخط المؤلف سنة ٩٧٥ هـ = ١٥٦٧ م.
٢ - مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: فلك ورياضة - ك ٣٩٨٨، ويقع في ٢٩ ورقة، كتبت
سنة ١٣٢٠ هـ = ١٩٠٢ م تقريباً بخط نسخي مقروء بيد أبي الفضل محمد، وذلك عن نسخة بخط محمد
فزاوي رئيس المنجمين منجمك سنة ١٠٨٢ هـ = ١٦٧١ م بمحكمة منلا آخرين في محلة قسطنطينية عن
نسخة بخط المؤلف.
٣ - مخطوط مكتبة مصطفى فاضل بدار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ميقات - ١٢٨، ويقع في ٤٥

(١) نشرته الدكتور تكيلى (S.Tekelli) عام ١٩٦٦ م.

(٢) فرغ من تأليفها سنة ٩٧٥ هـ = ١٥٦٧ م بقرى نابلس، وقد شرحها العلامة عمر بن محمد الفارسي كوري شرحاً بمنزجاً اسما: «نفع
الفيرح بشرح رحانة الروح»، فرغ منه سنة ٩٨٠ هـ = ١٥٧٢ م، وقد توفي الفارسي كوري سنة ١٠١٨ هـ = ١٦٠٩ م.

ورقة، كتبت سنة ١١٧٨ هـ = ١٧٦٤م، تملك على الرسبي الشافعي . وهذه النسخة ناقصة الأشكال والجداول .

٤ - مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم : ٢٥٧ .

٥ - مخطوط مكتبة اسعد باستانبول - رقم : ٢٥٠٠ .

٦ - مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة اكسفورد - رقم : ٨٨١ (١)، الرسالة الاولى ضمن مجموع .

٧ - مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة اكسفورد - رقم : ٩٢٧، وبه شرح الفارسكري .

٨ - مخطوط Pet. Amk 933 ، وبه شرح الفارسكري .

٩ - مخطوط مكتبة الفاتيكان - رقم : Vat 1424

أهم المنجزات الواردة في كتاب «الطرق السنية في الآلات الروحانية»

لتقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي
(القرن ١٠ هـ = القرن ١٦ م)

أولاً: عرض موجز لمحتوى الكتاب

يشتمل الكتاب على ستة أبواب مرتبة على النحو الآتي :

١ - الباب الأول : في البنكومات (الساعات)، وهو أربعة أشكال : بنكام الفيل - بنكام القمر - بنكام السراج - بنكام رملي .

٢ - الباب الثاني : في آلات جرّ الأثقال، ويضم ثلاث طرائق هي :

الطريق الأول : بالدواليب المتداخلة الأستان،

الطريق الثاني : بتعداد البكر وتمشية الحيط الجاذب فيها،

الطريق الثالث : بالجرجر باللولب .

٣ - الباب الثالث : في حيل اخراج الماء الى جهة العلو، وهو أربعة أشكال هي :

الشكل الأول : المضخة ذات الأسطوانتين المتقابلتين،

الشكل الثاني : المضخة الحلزونية التي تدار بدولاب مائي،

الشكل الثالث : مضخة الحبل ذي أكر القماش،

الشكل الرابع : المضخة ذات الاسطوانات الست (شكل ٣٦) .

٤ - الباب الرابع : في عمل الزمر الدائم والنقارات، وغير ذلك من الفوارات المختلفة الأشكال والأوضاع، وهي على قسمين :

القسم الاول: ويشتمل على ثلاث آلات،

القسم الثاني : وفيه أربع فوارات .

٥ - الباب الخامس: في أنواع شتى من الملح واللطائف، وتضم (١١) إحدى عشرة حيلة.

٦- الباب السادس: في عمل السيخ الذي يوضع فيه اللحم على النار، فيدور بنفسه من غير حركة حيوان.

وبذلك تبلغ عدة الحيل والآلات والطرائق في هذا الكتاب (٣٠) ثلاثين حيلة.

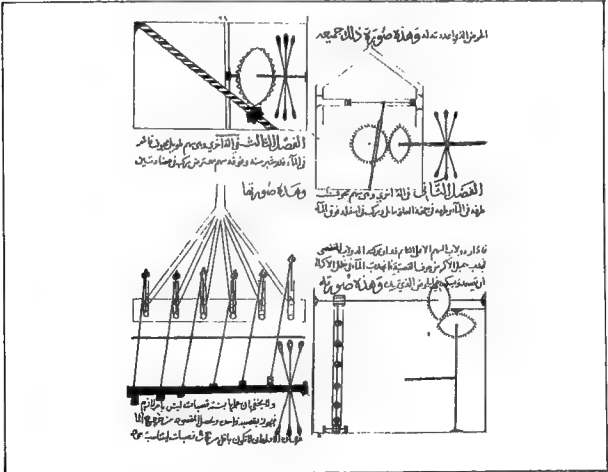
ثانياً: اهم المنجزات

١ - اول وصف لتريينة (عنفة) بخارية (Steam Turbine)

٢ - أول وصف للمضخة الحلزونية التي تُنسب إلى أرشميدس.

٣ - اول وصف لمضخة الحبل ذي أكر القماش .

٤ - أول وصف لمضخة ذات ست أسطوانات وقصبات (Six Cylinder Pump)



شکل (۳۶)

عدة آلات لرفع الماء إلى جهة العلو كما أوردها ابن معروف في كتابه. (عن مخطوط مكتبة شستر بيتي بدبلن - رقم: ٥٢٣٢)

أمثلة من صناعة الآلات عند العرب والمسلمين

٢١، ٢ - آلات معالجة الأثقال

أدوات جرّ الأثقال بالقوة البشرية

يشير محمد بن أحمد بن يوسف الخوارزمي (المتوفى سنة ٣٨٧ هـ = ٩٩٧م) في مصنّفه ومفاتيح العلوم^(١) الى الأدوات المستعملة على عصره في مجال جرّ الأثقال فيذكر منها ما يأتي:
البرطيس (لفظة يونانية بمعنى المحيطة) - المخل (لفظة يونانية) - البيرم / البارم (لفظة فارسية) - أبو مجليون - الكثيرة الرفع - الاسفين - اللولب.

وعن حيل جرّ الأثقال ورفعها يقول ابن خلدون^(٢): «... وكذلك في جرّ الأثقال بالهندام، فإنّ الأجرام العظيمة إذا شيدت بالحجارة الكبيرة يعجزُ قدرُ الفعلة عن رفعها الى مكانها من الحائط، فيُتَحِيل لذلك بمضاعفة قوة الحبل بادخاله في المعالق من أنقاب مقدرة على نسب هندسية تصير الثقل عند معاناة الرفع خفيفا، فيتم المراد من ذلك بغير كلفة.

وهذا انما يتمّ بأصول هندسية معروفة متداولة بين البشر، وبمثلها كان بناء الهياكل الماثلة لهذا العهد التي يحسب انها من بناء الجاهلية، وأنّ أبدانهم كانت على نسبتها في العظم الجساني، وليس كذلك، وإنّما تمّ لهم ذلك بالحيل الهندسية كما ذكرناه، فتفهم ذلك والله يخلق ما يشاء سبحانه».

هذا وقد كان المهندسون في الحضارة الاسلامية على علم بما توصّل إليه الاغريق في الحيل، ولعلّ أهم ما كُتِب في هذا المجال هو كتاب «شيل الأثقال» الذي ألفه هيرون الاسكندري أو إهرن الكبير (Hero or Heron of Alexandria) في حوالي القرن الأول للميلاد، ويبدو أن أهم حيل شيل الأثقال وجرها تمثلت في الأدوات الآتية:

١ - تعداد البكر (البكرات المتعددة) وتشيية الخيط (أي الحبل) الجاذب فيها، الأشكال (٣٧) الى (٤١).

٢ - الدواليب متداخلة الأسنان، الأشكال (٤٢ - ٤٤).

٣ - اللوالب (لأعمال الجرّ)، شكل (٤٥).

ويرجع ظهور أول بكرة في التاريخ عند الآشوريين وذلك منذ حوالي القرن الثامن قبل الميلاد، شكل (٣٧)، ولعلّ أول ذكر لاستخدام البكرة في عملية رفع الأثقال جاء في كتاب في اغريقي بعنوان: (Mechanica)، كتب في القرن الرابع قبل الميلاد.

(١) بتحقيق إبراهيم الأبياري - طبعة دار الكتاب العربي، بيروت، الطبعة الأولى، سنة ١٤٠٤ هـ = ١٩٨٤م، صفحتا ٢٦٩، ٢٧٠.

(٢) طبعة دار الفكر، صفحة ٤٠٩.

وجدير بالذكر انه إذا زاد عدد البكرات في منظومة الرفع عن بكرة واحدة، غدت القوة المبذولة أقل من الثقل الجاري رفعه، الأشكال (٣٨ - ٤١)، وهذا ما يُعرف «بالفائدة الميكانيكية» (Mechanical Advantage)، ولقد جاء ذكر مجموعات البكرات المعدة لنظام شيل الأثقال في كتاب هيرون السكندري (كتاب شيل الأثقال)، كذلك بين تقي الدين بن معروف (من القرن ١٠ هـ = القرن ١٦ م) في كتابه الموسوم «الطرق السنية في الحيل الروحانية» مجموعة بكرات ذات فائدة ميكانيكية عالية، وذلك استنادا الى كثرة عدد البكرات والحبال في المجموعة، شكل (٤١).

نمة ترتيب آخر لرفع الأثقال جرى باستخدام الدواليب ذات الأسنان المتداخلة، الأشكال (٤٢)، (٤٣)، (٤٤)، حيث يستفاد من زيادة عزم اللي مع زيادة قطر الدواليب المُسنّ. تُضيف إلى ما تقدم طريقا ثالثا أشار إليه هيرون السكندري، ألا وهو استخدام اللوالب لأعمال الجر أو الدفع، شكل (٤٥).

٢٢، ٢ - آلات تعمل بالهواء او بالبخار

من حيل فيلون البيزنطي^(١)

للتدليل على وجود الهواء واستحالة الخلاء، تمدد الهواء بفعل الحرارة

يسوق فيلون - على سبيل المثال لا الحصر - تجارب فيزيائية يبرهن بها على ان الهواء «جسد من الاجساد»، وعلى أن الخلاء أمر مستحيل، ونبين فيما يأتي ما أورده فيلون في الحيلتين (٧)، (٨) بلفظه:

[الحيلة (٧)]

«وطبيعة النار أيضا مختلطة بالهواء، ولذلك يُجتنب، وبيان ذلك يكون بهذا، وما نصف بعده. ينبغي ان تهباً بيضة من رصاص، معتدلة العظم مجوفة، ليست برقيقة الغلظ جدا لكيلا لا تنهشم عاجلا، وتكون هذه البيضة جافة لحال ما يراد بها من العمل، ثم تُثقب، وتوضع في ذلك الثقب سحارة معوجة، ويدخل طرف تلك السحارة في البيضة، حتى تكون قريبا من أسفلها لكيلا يكون للماء سيلان، وتكون تلك السحارة جافة جدا أيضا، وتوضع البيضة في مكان مطاطا قبالة الشمس، ويوضع كأس فيه ماء تحت الناحية الاخرى من نواحي السحارة.

فلتكن البيضة التي عليها أ، والسحارة التي عليها ب، والكأس الذي عليه ج. فأقول إذا سخنت البيضة من خارج تنفس جزء من الهواء الذي في داخل السحارة، والذي يعرض

(١) راجع كتابنا: «أصول الحيل الهندسية في الترجمات العربية».

بعد ذلك يبين للبصر لأنّ الهواء يقع في الماء من تلك السحابة ويوقع نفخات كثيرة متتابعة .
فإن هيأت على تلك البيضة ظلاً^(١) ، وأقمت حيناً يسيراً ، ستعاین الماء يصعد من الكأس حتى يصير
الى البيضة ، فإن نُحِّي عنها أيضاً ذلك الظل وصارت في الشمس ، دفعت الماء الذي فيها إلى الكأس ، وإن
أعدتها الى الظل عاد الماء ، وذلك يكون دائماً كما وصفنا .
وإن أوقدت أيضاً ناراً وأدنيتهما من تلك البيضة بقدر م تسخن ، عرض العرض الذي ذكرناه ، وإذا
بردت عاد الماء لما كان ، وإن أخذ إنسان ماءً حاراً وصبه على البيضة ، عرض مثل ما وصفنا .
وهذه صفة ذلك .

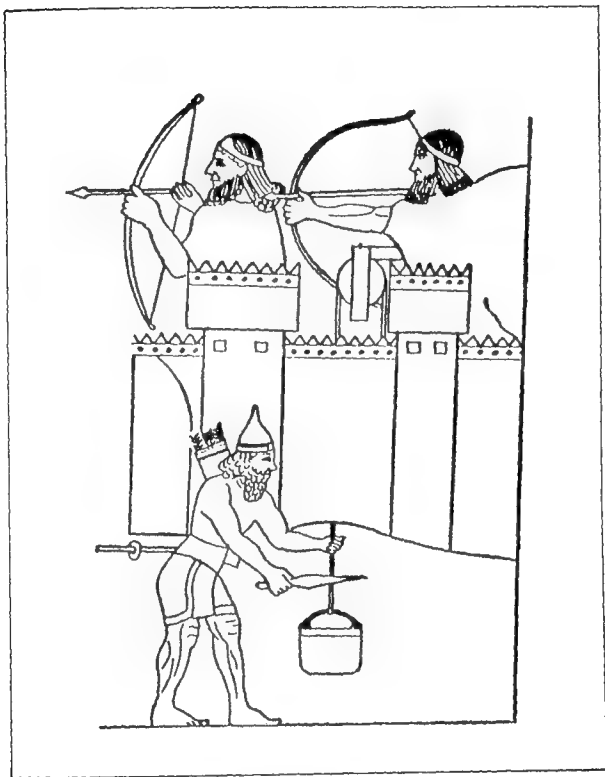
فهذا الرأي اسطقس من الأسطقسات التي يُقال إنّها روحانية لأنها تكون في مثل هذه الحيل ، وإنها يكون
ذلك لأنه لا يمكن أن يكون مكان خالياً من الهواء ، فإنه إن خلا منه من ساعته تصير فيه أجساد أخر من
الأجساد المركبة مع الهواء ، إلا أنها تدفع دفعا من قبل الطبيعة .
فهذا العلم والرأي موافق لبعض أصحاب العلم الطبيعي^(٢) ، وهو موافق أيضاً لنا .

[الحيلة (٨)]

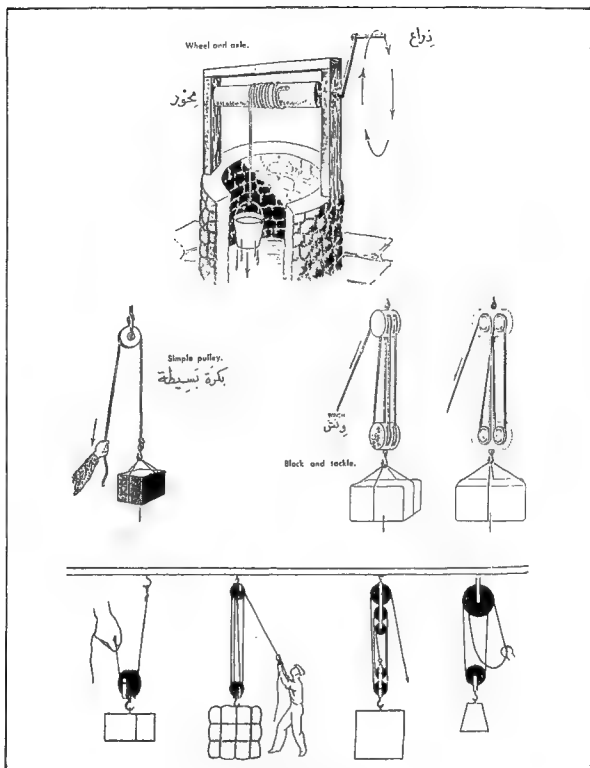
«ويتبين أنه لا يمكن أن يكون مكان خالياً من هواء وجسم من الأجسام ، وذلك أنه يُصب في إناء من
الأواني ماء ، ثم أقم في وسط ذلك الماء شيئاً يعلو شبه المنارة ، ثم وُضع على ذلك العلو سراج مسرج ، ثم
أُكْبِت على ذلك السراج جرة ، يكون فمها قريباً من الماء ، ويكون موضع السراج في وسطها ، ثم أقمت حيناً
يسيراً ، فإنك ستعاین الماء الذي في ذلك الإناء يرتفع إلى الجرة ، وإنها يعرض ذلك من العلة التي نذكرها ،
وذلك أن الهواء المحتبس في الجرة يبيد ويبلأ ، ويذهب لحال التهاب النار ، ولا يستطيع ان يقيم معه ، فإذا
انحل الهواء من حركة النار ، يعرض ارتفاع الماء بقدر ما يذهب من الهواء ، وهذا العرض شبيه بما قلنا إنه
يعرض للسحارات ، فإن الهواء يذهب لأنه يبل من النار ، فلذلك يرتفع الماء ، ويملاً المكان الذي صار فارغاً .
وهذه صورة ذلك» .

هذا وبين شكل (٤٨) نموذجين من ترتيبات فتح أو غلق الأبواب بتسخير فعل الحرارة في تغديد الهواء ،
ومن هنا كان تحريك الأبواب يتم دون رؤية العناصر الفاعلة ، ولعل ذلك هو السبب في تسمية مثل هذه
الترتيبات او الحيل «بالحيل الروحانية» ، وكأنها تصدر الحركة عن أجسام روحانية لا يراها المشاهد .

(١) في المخطوط : ظل
(٢) في المخطوط : الطبيعي

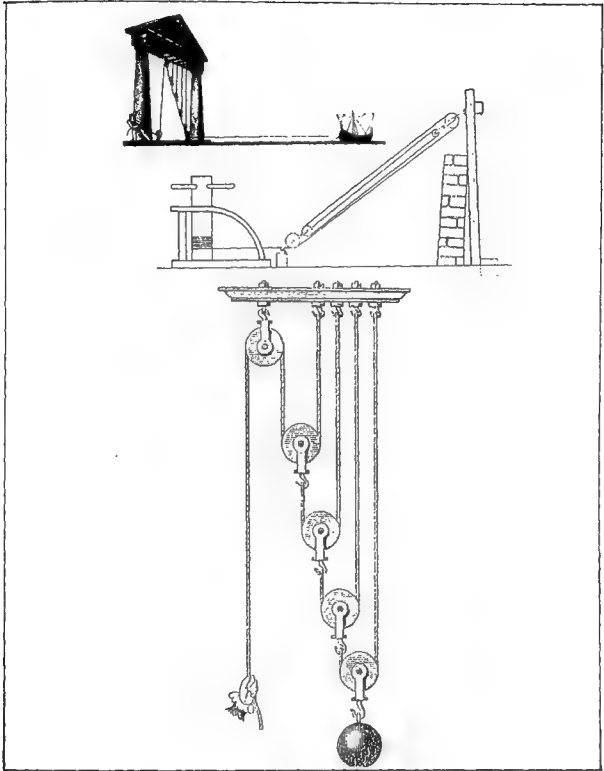


شكل (٣٧)
 ظهور البكرة عند الآشوريين منذ حوالي القرن الثامن قبل الميلاد



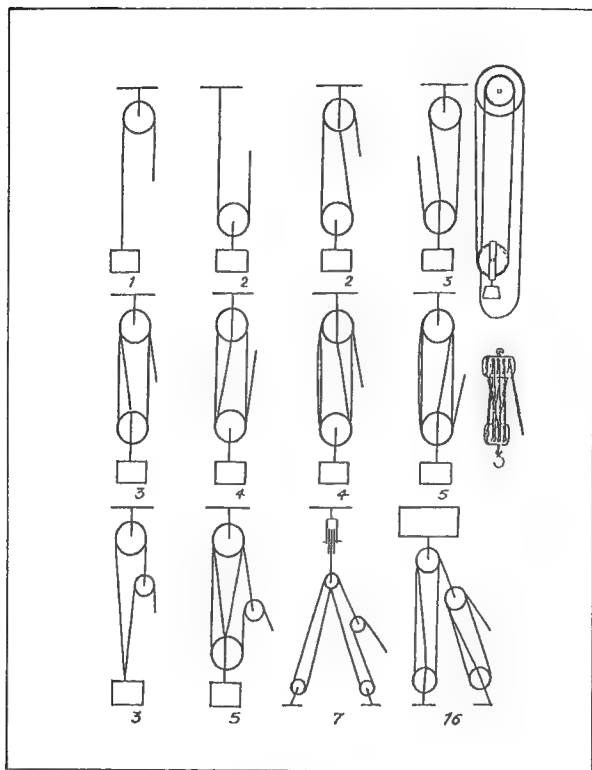
شكل (٣٨)

استخدام البكرات لتحقيق فائدة ميكانيكية (Mechanical Advantage) أي لتقليل القوة اللازمة لتحريك أو رفع الأجسام الثقيلة.

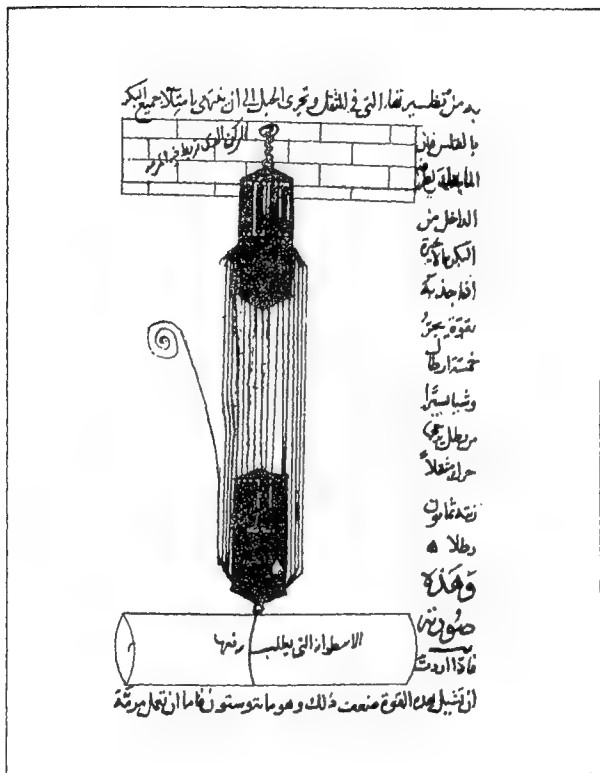


شكل (٣٩)

مثال لمجموعات بكرات تؤدي الى فائدة ميكانيكية عالية (نسبة الثقل المرفوع الى القوة المبذولة).

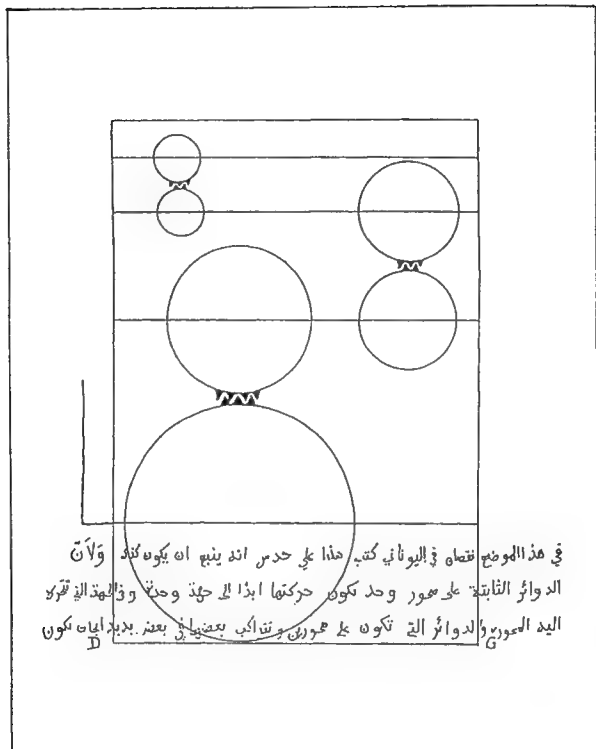


شكل (٤٠)
مجموعات بكرات مُرتبة بـقيم متصاعدة للفائدة الميكانيكية (من ١ إلى ١٦).



شكل (٤١)

تطبيق فكرة مجموعة البكرات لرفع جسم ثقيل بواسطة قوة يسيرة، كما وردت بمخطوط تقي الدين بن معروف المحفوظ بمكتبة شستر بيتي بديلن - رقم : ٥٢٣٢، صفحة ٢٨.

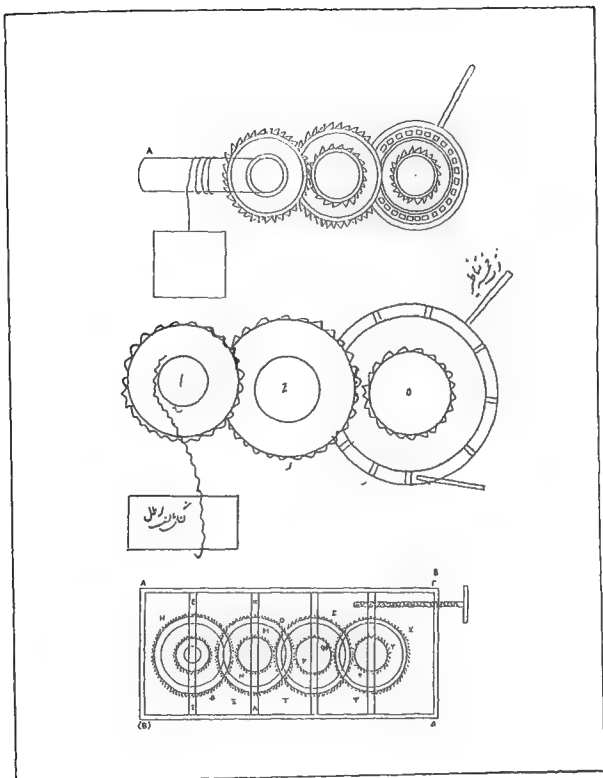


شكل (٤٢)

صندوق مستطيل ابتدعه هيرون السكندري لاستخدام القوة اليسيرة لرفع الاجسام الثقيلة.

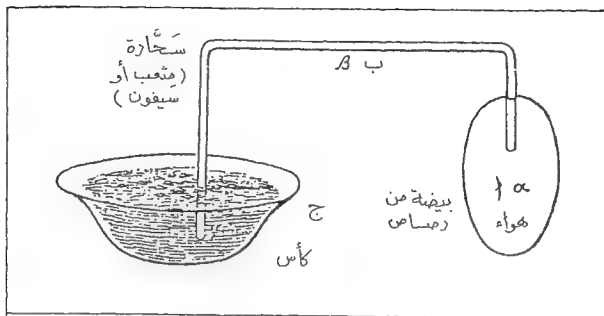
The "Barulikos" after Heron of Alexandria.

(عن مخطوط مكتبة جامعة ليدن بهولندا)



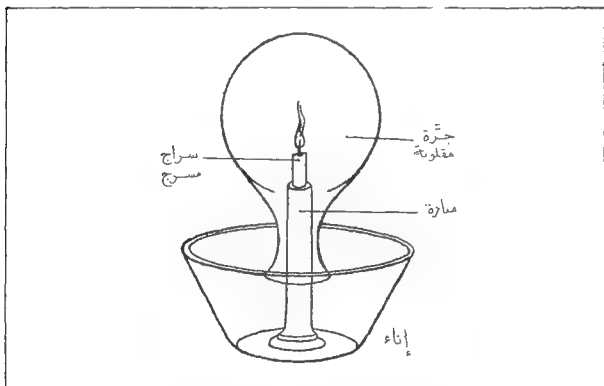
شكل (٤٣)

استخدام مجموعات المستنات لرفع الأجسام الثقيلة بواسطة قوى يسيرة.
(من مخطوطات هيرون السكندر في مكتبة جامعة لندن).



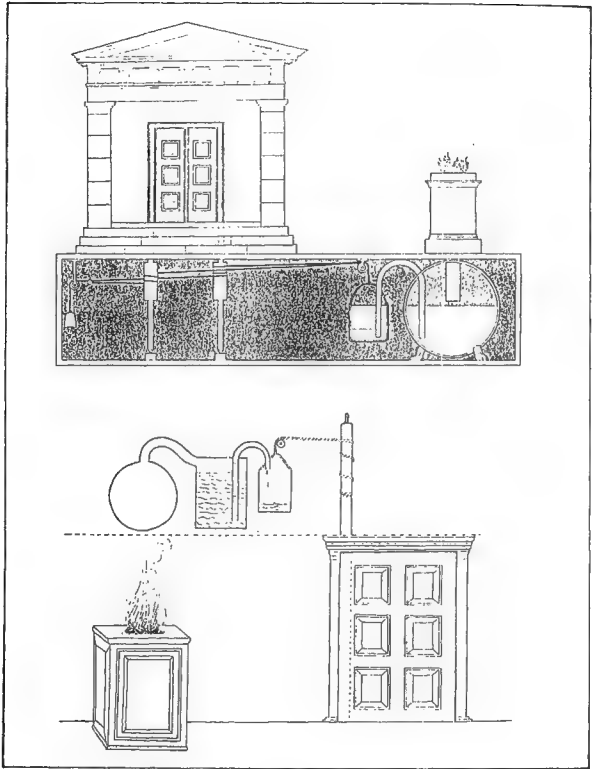
شكل (٤٦)

حيلة لفيلون البيزنطي للتدليل عمليا على تمدد الهواء بالحرارة، وعلى استحالة الخلاء وبحلول الماء مكان الهواء المتمدد الخارج من المجموعة.



شكل (٤٧)

تجربة من تجارب فيلون البيزنطي لاثبات استحالة الخلاء، ففي الجهاز المين يؤدي إشعال السراج الى «بلء» الهواء المحتبس في الجرة، ومن ثم يرتفع الماء في الاناء ليحل محل الهواء المتناقص في الحجم بالاحتراق.



شكل (٤٨)

الاستعانة بالتمدد بفعل الحرارة في إحداث حركة غير مرئية الفاعل أو التدبير، ومن ثم ظهرت - في رأيي - تسمية: «الآلات الروحانية» عند الآخرين.

٢٣، ٢ - آلات وأواني تعمل بالماء

الساعات

يعرف حاجي خليفة «آلات الساعات»، فيقول في الجزء الأول من كتابه: «كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون»^(١):

علم البنكومات^(٢)

يعني الصور والأشكال المصنوعة لمعرفة الساعات المستوية والزمانية، فإذا هو علم يعرف به كيفية اتخاذ آلات يقدر بها الزمان.

وموضوعة حركات مخصوصة في أجسام مخصوصة تنقضي بقطع مسافات مخصوصة. وغايته معرفة أوقات الصلوات وغيرها من غير ملاحظة حركات الكواكب، وكذلك معرفة الأوقات المفروضة للقيام في الليل، إما للتهدؤ أو للنظر في تدابير الدول، والتأمل في الكتب والصكوك والخرائط المنضبط بها أحوال المملكة والرعايا. ولا يخفى أن هذين الأمرين فرضا كفاية، وما لا يتم الواجب إلا به فهو واجب.

واستمداده من قسمي الحكمة الرياضي والطبيعي، ومع ذلك يحتاج إلى ادراك كثير، وقوة تصرف ومهارة في كثير من الصنائع.

ويستطرد حاجي خليفة حديثه عن آلات الساعات فيقول في تصنيفها:

[أقسام البنكومات]

«وانقسمت البنكومات إلى:

[١] - الرملية، وليس فيها كثير طائل،

[٢] - وإلى بنكومات الماء، وهي أصناف، ولا طائل فيها أيضا،

[٣] - وإلى بنكومات دورية معمولة بالدواليب، يدير بعضها بعضا.

وهذا العلم من زياداتي على مفتاح السعادة^(٣)، فإن ما ذكره صاحبه من أنه علم آلات الساعة ليس كما ينبغي، فتأمل.

ويعرج حاجي خليفة على الكتب المصنفة في هذا العلم، فيقول:

(١) صفحتا ٢٥٥، ٢٥٦.

(٢) ولفظ بنكام فارسي معرب، أصله بنكان، ونصه صاحب الصّباح الفارسية بزجاج الساعات الرملية، وهو عام الاستعمال في العربية في كل ما يعلم به الأوقات من الآلات.

(٣) يقصد كتاب «مفتاح السعادة ومصباح السيادة» لمحمد بن مصطفى الشهر بطاش كبري زاده.

[الكتب المصنفة في البنكامات]

«ومن الكتب المصنفة فيه :

[١] - «الكواكب الدرية

[٢] - «الطرق السنية في الآلات الروحانية» في بنكامات الماء،

كلاهما للعلامة تقي الدين الراصد

[٣] - «كتاب بديع الزمان في الآلات الروحانية»^(١).

تصنيف الساعات

يُبين شكل (٤٩) التصنيف العام للساعات المعروفة في الحضارة الإسلامية، كما يشير الى طرائق عملها، ويسوق بعض أمثلة لها.

ونعرض فيما يلي للسّاعات البارزة لأنواع الساعات المختلفة.

الساعات الظليّة

إنّ أول مقياس للزمن يرجع تاريخه إلى أكثر من ثلاثة آلاف عام حيث كان المصريون القدماء يعتمدون على تباين طول الظلّ لتقدير الوقت، ومن ثمّ جاءت تسميتها «بالساعات الظليّة» (Shadow Clocks)، فكانت أول ساعة ظلية أو مزولة (Sundial) استعملها قدماء المصريين تعود الى حوالي ١٤٥٠ قبل الميلاد.

الساعات المائية

سرعان ما توصل الانسان القديم الى الساعة المائية (Water Clock) أو (Clepsydra)، فقد اعتمد المصريون القدماء في تقديرهم للزمن بالليل والنهار على السواء على قياس تدفق الماء من فتحة مُقدّرة مثقوبة عند قاع وعاء حجري على هيئة مخروط ناقص^(٢)، شكل (٥٠)، بحيث يدل منسوب الماء المتبقي في الوعاء على الوقت، علماً بأن الوعاء يجري تزويده بتدريج منتظم.

وجدير بالملاحظة أن اختيار الشكل المخروطي للوعاء يؤدي الى تدفق كبير عندما يكون الوعاء مملوئاً (أي عندما يكون علو الماء عند أوجهه)، وتكون مساحة المقطع كبيرة، بينما يقل التدفق كلما انخفض منسوب الماء، بيد انه يصاحب ذلك انخفاض مساحة المقطع، وتنتج عن ذلك حركة منتظمة لمنسوب الماء الموجود بالوعاء، ومن ثم كان التدرج الذي يحمله الوعاء تدريجاً منتظماً لبيان الساعات.

(١) يقصد كتاب «الجامع بين العلم والعمل، النافع في صناعة الحيل» لبديع الزمان أبي العز اسماعيل بن الرزاز الجزري.

(٢) Truncated Cone

هذا وبين شكل (٥١) رسماً تخطيطياً لساعة مائية (Clepsydra) حيث يتدفق الماء من القمع (١) إلى وعاء اسطواني به عوامة (٢) ترتفع مع تدفق الماء الذي يتم التحكم في معدل سريانه بالموقف (٣)، ويتبين من هذه الترتيبية وجود أنبوب الفائض إمكان الحصول على تدفق منتظم إلى الوعاء الاسطواني، حيث ترتفع العوامة حاملة الجريدة الرئيسية التي تحرك - عن طريق المستنات - الذراع المشيرة إلى الساعة، ويوضح شكل (٥٢) اعتماد التدفق على عمود السائل.

ومن ساعات الماء، ما يتم فيه قياس الفترات الزمنية بإلقاء بندق بشكل منتظم، يرتفع معه مستوى الماء في الوعاء ليبين ما انقضى من الوقت، وتنسب الساعة المائية التي تعمل بنظام البنادق إلى أرشميدس.

الساعات الرملية

اهتدى الانسان القديم كذلك إلى الساعة الرملية (Sand Clock)، وفيها تقاس الفترات الزمنية بمقدار التغير الناتج عن سريان أجسام دقيقة صلبة كحبات الرمل مثلاً من فتحة محددة.

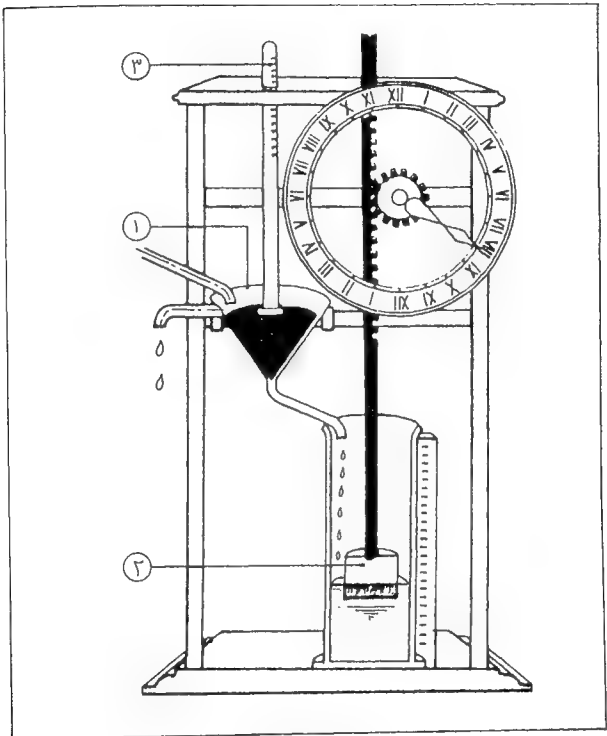
ساعات أخرى

وهناك أيضاً الساعات التي تعتمد على رصد النجوم (Star Dials)، وبالتالي إلى معرفة التوقيت بالليل فحسب، كما أن العصر الوسيط قد شهد استعمال ساعات الشموع أو الزيت، وهي ساعات تحمل تدريجاً منتظماً لبيان ما انقضى من الوقت، وسيأتي بيان هذه الساعات بشيء من التفصيل فيما يأتي (راجع شكل ٥٣ مثلاً).



شكل (٥٠)

مثال لساعة مائية من الحضارة المصرية القديمة.



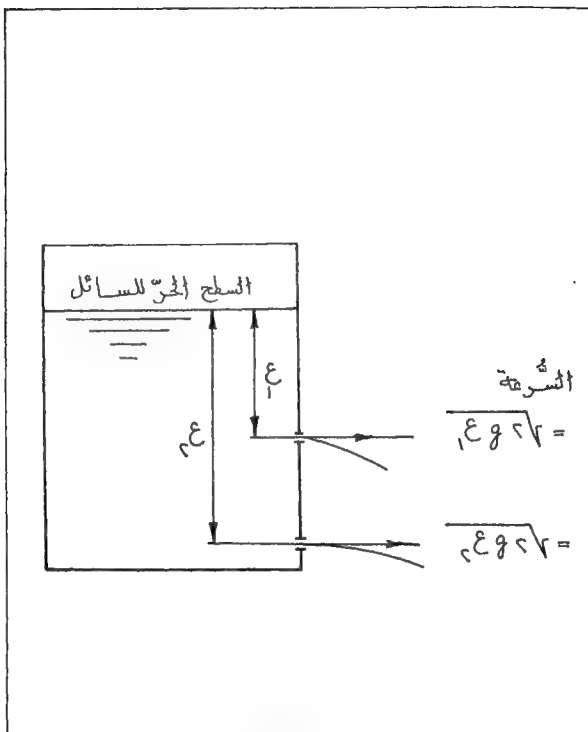
شكل (٥١)

مثال لساعة مائية (Clepsydra) ذات تدفق مائي منتظم :

(١) قمع دخول الماء .

(٢) عوامة ترتفع مع تدفق الماء من القمع .

(٣) موقف للتحكم في مستوى الماء بالقمع .



شكل (٥٢)

اعتداد سرعة التدفق على ارتفاع عمود السائل في الوعاء ع_١ ع_٢ = تسارع الجاذبية الأرضية.

(معادلة برنولي Bernoulli's Equation)

من هنا جاءت أهمية تثبيت قيمة ع في الساعات المائية، وذلك بترتيب نظام التفاضل: Overflow (راجع شكل ٥١).



شكل (٥٣)
مثال لساعة تعمل بالزيت. (Oil Clock)

سراج بني موسى الدال على الساعات

يقول بنو موسى بن شاكر في الحيلة (٩٧)، وهي «صنعة سراج يخرج الفتيلة لنفسه، ويصب الزيت نفسه، وكل من يراه يظن ان النار لا تأكل من الزيت، ولا من الفتيلة شيئا بته، ويعرف هذا السراج بسراج الله».

يقول بنو موسى في نهاية شرحهم لهذه الحيلة^(١):

«فقد تبين أننا قد عملنا سراجا يخرج الفتيلة لنفسه، وقد يمكن لهذا التدبير أن يعمل سراجا يدل على الساعات، فكلما تمت ساعة سقطت بندقة، وهذه لا تقطع على الحقيقة، ولكن تكون قريبة من الحق.

ولو أردنا أن يكون كلما مضى يوم طرحت دبة ط باستقلالها بندقة، فيكون الانسان إذا أراد أن يعلم مدكم استوقد هذا السراج، ينظر الى عدد البنادق، فيحسب بكل بندقة يوما...».

صندوق الساعات

بوصف الامام محمد بن محمد بن محمد الغزالي

(ت: ٥٠٥ هـ = ١١١١م)

صندوق الساعات هو ساعة مائية من النوع القابل للنقل، وهو النوع الذي كان الملوك يهدونه الى ملوك آخرين كالساعة التي قام هارون الرشيد باهدائها الى شارلمان ملك فرنسا (١٢٥ - ١٩٩ هـ) = (٧٤٢ - ٨١٤م).

ويورد حجة الاسلام الامام الغزالي وصفا تفصيليا لصندوق الساعات على عصره فيقول^(٢):

«إنه لا بد فيه من آلة على شكل اسطوانة تحوى مقدارا من الماء معلوما، وآلة اخرى مجوفة موضوعة في هذه الاسطوانة فوق الماء، وخيط مشدود أحد طرفيه في هذه الآلة المجوفة، وطرفه الآخر في اسفل طرف صغير موضوع فوق الآلة المجوفة، وفيه كرة وتحته طاس، بحيث لو سقطت الكرة وقعت في الطاس وسمع طنينها، ثم ثقب اسفل الآلة الاسطوانية ثقباً بقدر معلوم ينزل الماء منه قليلا قليلا، فإذا انخفض الماء انخفضت الآلة المجوفة الموضوعة على وجه الماء، فامتد الخيط المشدود بها، فحرك الطرف الذي فيه الكرة تحريكاً يقربه من الانتكاس الى ان يتكس، فتندرج منه الكرة، وتقع في الطاس وتطن، وعند انقضاء كل ساعة تقع واحدة، وإنما يتقدر الفصل بين الوقعتين بتقدير خروج الماء وانخفاضه، وذلك بتقدير سعة الثقب الذي يخرج منه الماء، ويعرف ذلك بطريق الحساب، فيكون نزول الماء بقدر معلوم بمقدار مُقدر معلوم، بسبب تقدير سعة الثقب بقدر معلوم، ويكون انخفاض أعلى الماء بذلك المقدار، وبه يتقدر.

(١) مخطوط برلين - فهرس الواردت - رقم: ٥٥٦٢، صفحة 70B

(٢) عن كتاب «الأربعين في أصول الدين» للامام الغزالي، نشر المطبعة التجارية بالقاهرة، ومطبعة الاستقامة، صفحة ١٣.

وانخفاض الآلة المجوفة، وانجرار الخيط المشدود بها، وتولد الحركة من الظرف الذي فيه الكرة، وكل ذلك يتقدر بتقدر سببه لا يزيد ولا ينقص .

ويمكن أن يجعل وقوع الكرة في الطاس سببا لحركة اخرى، وتكون الحركة الاخرى سببا لحركة ثالثة، وهكذا الى درجات كثيرة حتى يتولد منها حركات عجيبة بمقادير محددة، وسببها الأول نزول الماء بقدر معلوم .
ويستطرد الامام الغزالي قائلا:

«فلذا تصورت هذه الصورة، فاعلم ان واضعها يحتاج الى ثلاثة أمور:

أولها: التدبير، وهو الحكم بأنه ما الذي ينبغي ان يكون من الآلات والأسباب والحركات حتى يؤدي الى حصول ما ينبغي أن يحصل، وذلك هو الحكم .

الثاني: ايجاد هذه الآلات التي هي الأصول، وهي الآلة الاسطوانية، والآلة المجوفة لتوضع على وجه الماء، والخيط المشدود بها، والظرف الذي فيه الكرة، والطاس الذي تقع فيه الكرة، وذلك هو القضاء .

الثالث: نُصَّب سبب يوجب حركة مقدرة محسوبة محدودة، وهو ثقب أسفل الآلة ثقبه مقدرة السعة ليجدث بنزول الماء منها حركة في الماء تؤدي الى حركة وجه الماء بنزوله . ثم الى حركة الآلة المجوفة المضغوطة على وجه الماء، ثم الى حركة الخيط، ثم الى حركة الظرف الذي فيه الكرة، ثم الى حركة الكرة، ثم الى الصدمة بالطاس اذا وقعت، ثم الى الطنين الحاصل منها، ثم الى تنبه الحاضرين واسماعهم، ثم الى حركاتهم في الاشتغال بالصلوات والاعمال عند معرفتهم بانقضاء الساعة .

وكل ذلك يكون بقدر معلوم، ومقدار مُقدَّر بسبب تقدر جميعها بقدر الحركة الأولى، وهي حركة الماء .
فإذا فهمت ان لهذه الحركات اصولا لا بد منها للحركة، وان الحركة لا بد من تقديرها، ليقدر ما يتولد فيها، فكذلك فافهم حصول الحوادث المقدرة التي لا يتقدم منها شيء ولا يتأخر .»

إن هذا الوصف التفصيلي الرائع لصندوق الساعات قد جاء على لسان حجة الاسلام الامام الغزالي في معرض حديثه عن القضاء والقدر واتخاذ الساعة المائية مثلا لتقريب المعاني .

وتدل كلمات الامام الغزالي على أنه كان على بنية من أمر صندوق الساعات وطريقة عمله . ومن الواضح ان الساعة التي وصفها الغزالي تنتمي الى النوع الأول من الساعات المائية، ذلك النوع الذي يعمل بتدفق الماء من فتحة مقدرة بمعدل ثابت، أما حركة الكرات فهي حركة تابعة قُصد بها الاعلان عن انقضاء فترة زمنية محددة، وليس للكرة اي دخل في عمل الساعة ذاتها .

الساعة التي وصفها ابن جبير^(١) (٥٣٩ - ٦١٤ هـ) = (١١٤٤ - ١٢١٧ م)

يقول ابن جبير في كتابه «رحلة ابن جبير» عند الحديث عن دمشق وجامعها الكبير^(٢) :
«وعن يمين الخارج من باب جيرون، في جدار البلاط الذي أمامه غرفة، ولها هيئة طاق كبير مستدير فيه طيقان صفر قد فتحت أبوابا صفارا على عدد ساعات النهار، ودبرت تدبيرا هندسيا^(٣)، فعند انقضاء ساعة من النهار تسقط صنجتان من صفر من فمي بازيين مُصوَّرين من صفر قائمين على طاستين من صفر، تحت كل واحد منهما: أحدهما تحت أول باب من تلك الابواب، والثاني تحت آخرها، والطاستان مثقوبتان، فعند وقوع البندقتين فيهما تعودان داخل الجدار الى الغرفة، وتبصر البازيين يمدان اعناقهما بالبندقتين الى الطاستين، ويقذفانها بسرعة بتدبير عجيب تخيله الأوهام سحرا، وعند وقوع البندقتين في الطاستين يسمع لهما دوي، وينغلق الباب الذي هو لتلك الساعة للحين بلوح من صفر، لا يزال كذلك عند كل انقضاء ساعة من النهار حتى تنغلق الأبواب كلها وتنقضي الساعات، ثم تعود الى حالها الأول.

ولها بالليل تدبير آخر، وذلك أن في القوس المنعطف على تلك الطيقان المذكورة اثنتي عشرة دائرة من النحاس مخرمة، وتعرض في كل دائرة زجاجة من داخل الجدار في الغرفة، مدبر ذلك كله منها خلف الطيقان المذكورة، وخلف الزجاجة مصباح يدور به الماء على ترتيب مقدار الساعة، فإذا انقضت عمَّ الزجاجة ضوء المصباح، وفاض على الدائرة أمامها شعاعها، فلاحت للأبصار دائرة محمرة، ثم انتقل ذلك الى الأخرى حتى تنقضي ساعات الليل وتحمَّر الدوائر كلها، وقد وكل بها في الغرفة متفقد لحالها، دُرِبَ بشأنها وانتقالها، يعيد فتح الابواب وصرف الصنج الى موضعها، وهي التي يسميها الناس «المنجاة».

وجدير بالذكر أن ابن جبير قد زار «الجزيرة» (التي ينسب إليها بديع الزمان اسماعيل بن الرزاز الجزري) سنة ٥٨٠ هـ = ١١٨٤ م.

الساعات او البناكم في أعمال الجزري^(٤)

أورد الجزري تحت النوع الاول من الحيل الهندسية عشرة فناكين أو بناكميم، يُعرف منها مضي الساعات المستوية والزمانية، ست منها تعمل بالماء، بينما تعمل الساعات الأربع الأخرى بالشمع، ونفصل ذلك فيما يأتي:

(١) هو أبو الحسن محمد بن احمد بن جبير الكتاني الأندلسي.

(٢) منشورات دار مكتبة الهلال، بيروت، الطبعة الثانية، سنة ١٩٨٦ م، صفحات ٢١٨، ٢١٩.

(٣) راجع شكل (٥٤).

(٤) هو اسماعيل بن الرزاز الجزري صاحب «كتاب الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل»، أتمه سنة ٦٠١ - ٦٠٣ هـ = ١٢٠٤ - ١٢٠٦ م.

الساعات المائية

- ١ - بنكام يُعرف منه مضي ساعات زمانية بالماء، شكل (٥٥).
- ٢ - فنكان الطبالين، يعرف منه مضي ساعات زمانية، شكلا (٥٦) و (٥٧).
- ٣ - فنكان الزورق.
- ٤ - فنكان الفيل، يعرف منه مضي الساعات المستوية، شكلا (٥٨) و (٥٩).
- ٥ - فنكان الكاس، يعرف منه مضي الساعات المستوية وأجزائها، شكل (٦٠).
- ٦ - فنكان الطواويس، يعرف منه مضي ساعات مستوية.

الساعات التي تعمل بالشمعة

- ٧ - فنكان السيف، يعرف منه مضي ساعات مستوية بالشمعة، شكلا (٦١) و (٦٢).
- ٨ - فنكان الكاتب، ويعرف منه مضي ساعات مستوية وأجزائها بالشمعة.
- ٩ - فنكان القرد، يعرف منه مضي ساعات مستوية وأجزائها بالشمعة.
- ١٠ - فنكان الأبواب، يعرف منه مضي ساعات مستوية بالشمعة.

ساعة المستنصرية ببغداد

وصف ساعة آليّة من القرن ١٧هـ = ١٣م

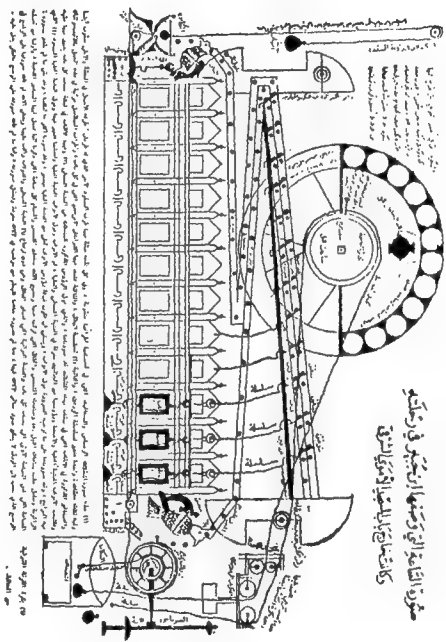
يروى تيمور باشا عن مخطوط قديم مجهول العنوان والمؤلف، رُتّب بحسب الوقائع التي حدثت بين سنتي ٦٢٦، ٧٠٠ هـ، أنه جاء عند سرد حوادث سنة ٦٣٣ هـ = ١٢٣٥م وصف ساعة غريبة في المدرسة المستنصرية^(١) حيث يقول المؤلف المجهول:

«بُني في حائط صُفّة الإيوان دائرة، وصورت فيها صورة الفلك، جعلت فيها طاقات لطّاف، لها أبواب لطيفة، وفي الدائرة بازيان من ذهب، في طاسين من ذهب، وراءهما بندقتان لا يدركهما الناظر.

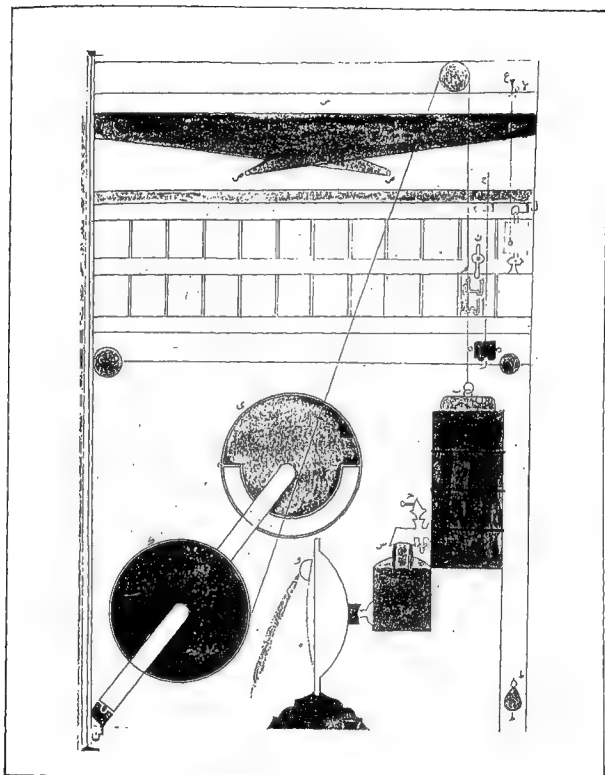
فعند مضي كل ساعة يفتح فما البازين، وتقع منهما البندقتان، والباب مذهب، فيصير حينئذ مفضضا، وإذا وقعت البندقتان في الطاسين تذهبان الى مواضعهما، ثم تطلع أقمار من ذهب في سماء لازوردية في ذلك الفلك مع طلوع الشمس الحقيقية، وتدور مع دوراتها، وتغيب مع غيوبها، فإذا جاء الليل فهناك أقمار طالعة من ضوء خلفها، كلما تكاملت ساعة تكامل ذلك الضوء في دائرة القمر، ثم يتبدى في الدائرة الاخرى الى انقضاء الليل، وطلوع الشمس، فتعلم بذلك اوقات الصلاة».

(١) عن كتاب «المرجع في تاريخ العلوم عند العرب» لمحمد عبدالرحمن مرجيا، منشورات دار الفحاء، صفحا ٤١٩، ٤٢٠.

صورة الساعة التي وضعها ابن جابر في دمشق
كما صنعها في الجبل في ألبانيا الشرقية



شكل (٥٩)
رسم الساعة التي وضعها ابن جابر وهو مأخوذة من غيليلة فخر الدين روضان بن محمد بن علي بن رستم الجرجاني المساهلي (القرن ٦ هـ ١٢٠٢)
(الرسم من أعمال أحمد دحمان في كتابه ومقدمة في علم الساعات والعمل بها)



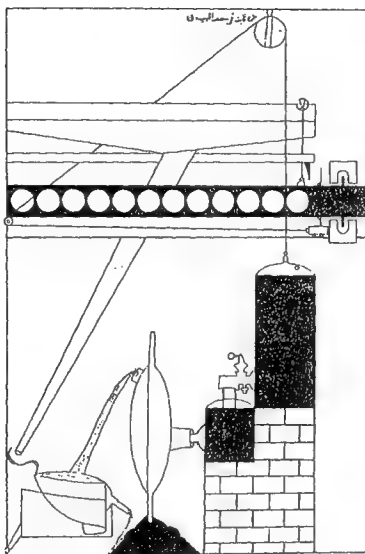
شكل (٥٥)
آلية بنكاه يعمل بالماء (الشكل الأول من النوع الأول من أعمال الجزري).



الفَصْلُ الثَّانِي فِي كَيْفِيَّةِ عَمَلِ آلَاتِ الْمَاءِ وَعَمَلِ
كَيْفِهِ يَمْتَلِئُ وَيَتَفَرَّغُ فِي كُلِّ سَاعَةٍ وَلِيَعْلَمَ أَنَّ وَرَاءَ هَذِهِ الْأَيَّوَانِ
بَيْتًا مُرْتَفَعًا إِلَى أَعْلَى الْأَيَّوَانِ وَنُخْضًا إِلَى تَحْتِ الدَّكَّةِ وَالذِّكَّةِ

شكل (٥٦)

ساعة الطَّبَّالِينَ التي تعمل بالماء - من أعمال الجزري - ومن نسخ فاروق بن عبد اللطيف الباقوني المولوي
في رمضان سنة ٧١٥ هـ = ديسمبر ١٣١٥ م سوريا .
(عن مخطوط قاعة فريير للفن بواشنطن)

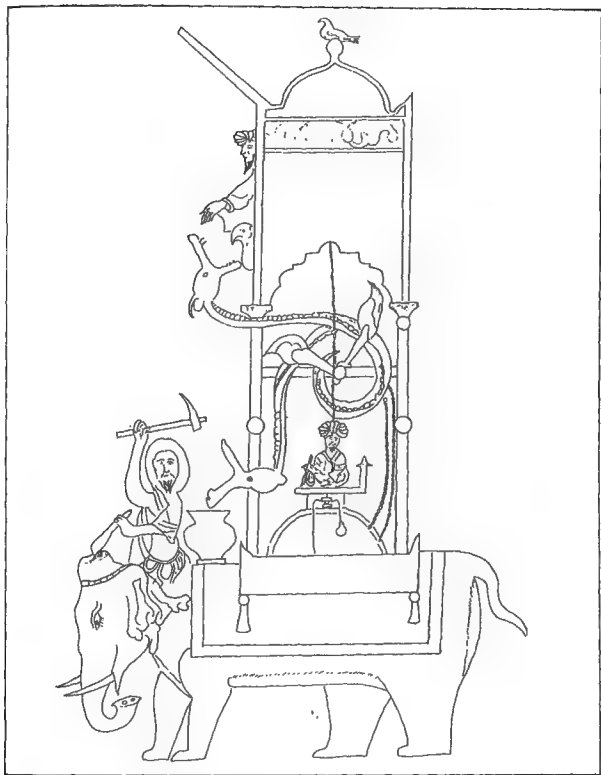


شكل (٥٧)
آلية فتكان الطبائين (الشكل الثاني من النوع الأول من أعمال الجزري)

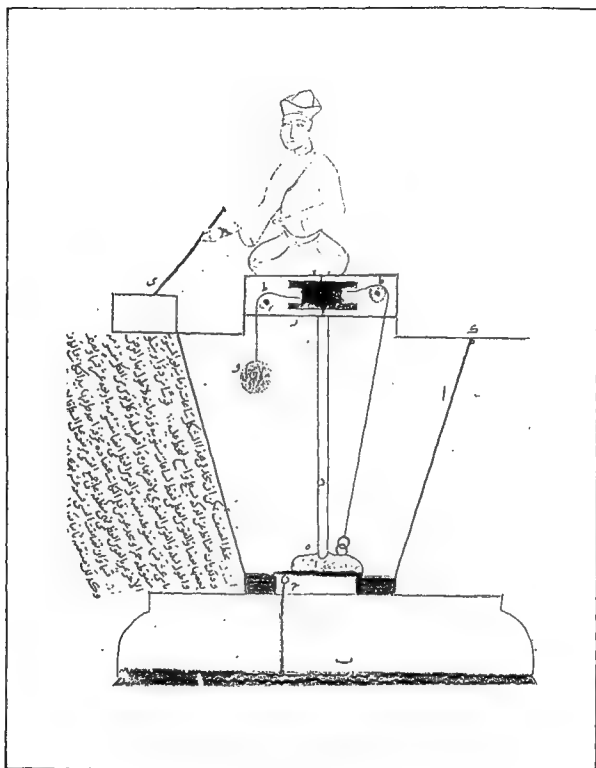


شكل (٥٨)

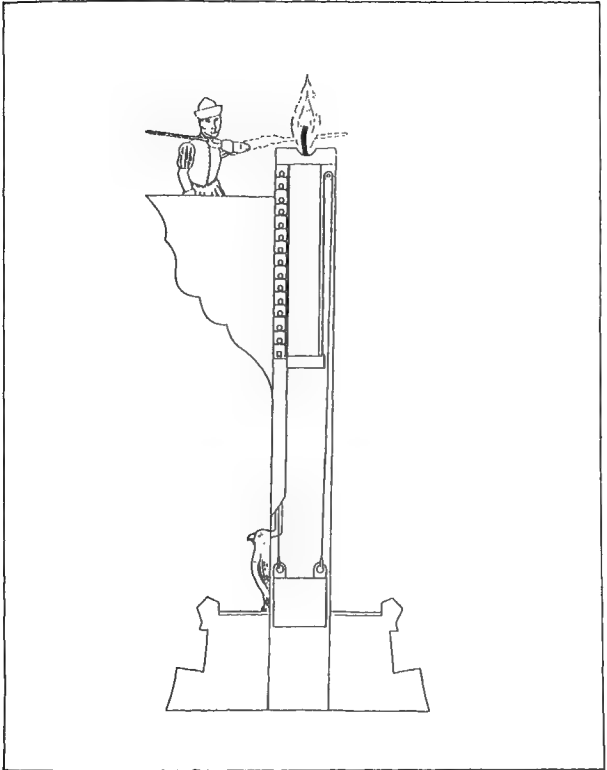
ينكام او ساعة الفيل - من أهالي الجزري . (من مخطوط مكتبة جامعة ليدن هولندا - رقم : شرقي ١١٧)



شكل (٥٩)
رسم تخطيطي لساعة الفيل - من أعمال الجزري.



شكل (٦٠)
آلية فتكان الكأس (الشكل الخامس من النوع الأول من أعمال الجزري).



شكل (٦١)
رسم تخطيطي لفنكان السيف، ويمثل ساعة دقاقة تعمل بالشمع - من أعمال الجزري.



شكل (٦٢)

ساعة السياف وتعمل بالسراج - من أعمال الجزري - ومن نسخ فاروق عبداللطيف الياقوتي المولوي في رمضان سنة ٧١٥ هـ = ديسمبر ١٣١٥ م
بسوريا (من مخطوط قاعة فريير للفن بواشنطن).

ساعة السلطان أبي عنان المريني^(١) (٧٥٨ هـ = ١٣٥٦ م)

جاء وصف هذه الساعة في كتاب: «جنة زهرة الأس في بناء مدينة فاس» لأبي الحسن علي الجزنائي الفاسي^(٢)، حيث يقول:

«وقد صنع مولانا المتوكل أبو عنان رحمه الله، «منجانة»^(٣) بطيقان وطسوس من نحاس مقابلة لباب مدرسته الجديدة التي أحدثها بسوق القصر من فاس، وجعل شعار كل ساعة أن تسقط صنجة في كأس، وينفتح طاق، وذلك في أيام آخرها الرابع عشر لجمادي عام ثمانية وخمسين وسبع مائة، على يد مؤقته على بن احمد التلمساني المعدل».

الساعة التي وصفها ابن بطوطة

(٧٠٣ - ٧٧٧ هـ) = (١٣٠٣ - ١٣٧٥ م)

يقول ابن بطوطة^(٤) في كتابه^(٥) وذلك في معرض روايته عن مدينة دمشق ومسجدها الأموي:

«وفي هذا المسجد أربعة أبواب: باب قبلي يعرف بباب الزيادة.. وباب شرقي، وهو أعظم أبواب المسجد، ويسمى بباب جيرون، وله دهليز عظيم يخرج منه الى بلاط عظيم طويل.. وعن يمين الخارج من باب جيرون، وهو باب الساعات، غرفة لها هيئة طاق كبير فيه طيقان صغار مفتحة، لها أبواب على عدد ساعات النهار، والأبواب مصبوغ باطنها بالخضرة، وظاهرها بالصفرة، فإذا ذهب ساعة من النهار انقلب الباطن الأخضر ظاهراً، والظاهر الأصفر باطناً، ويقال إن بداخل الغرفة من يتولى قلبها بيده عند مضي الساعات..»

ساعة تعمل بالشمع

ساعة الغني بالله في غرناطة بالأندلس

كتب الوزير المؤرخ الأديب لسان الدين بن الخطيب^(٦) (٧١٣ - ٧٧٦ هـ) = (١٣١٣ - ١٣٧٤ م) في كتابه الموسوم «نفاضة الجراب»^(٧) يصف هذه الساعة فقال: «وتقدم السلطان بثقوب فهمه، ولطف حسه،

(١) هو فارس بن علي بن عثمان بن يعقوب المريني، حكم من سنة ٧٤٩ هـ = ١٣٤٨ م حتى وفاته سنة ٧٥٩ هـ = ١٣٥٧ م.

(٢) طبع بالمطبعة الملكية بالرباط، سنة ١٣٨٧ هـ = ١٩٦٧ م.

(٣) تسمية الساعة في المغرب العربي والأندلس.

(٤) هو محمد بن عبدالله اللواتي الطنجي (٧٠٣ - ٧٧٧ هـ) = (١٣٠٣ - ١٣٧٥ م).

(٥) كتاب «رحلة ابن بطوطة» نشر مؤسسة الرسالة، الطبعة الثالثة سنة ١٩٨١ م، الجزء الأول، صفحات ١٠٦، ١٠٧.

(٦) صاحب «الإحاطة في تاريخ غرناطة»، و«رقم الحلال في نظم الدول».

(٧) مخطوط الخزانة العامة بالرباط - رقم: ٢٥٦ ك.

وأصبل إدراكه، وصحة خياله، الى اتخاذ آلة تحبر بمضي ساعات الليل، فأنشئ ليلتئذ بإشارته مكانا غريب أجوف خشبي، في مثل القامة، صبر منه شكل الاستدارة الى ذي جهات اثنتى عشرة، في أعلى كل جهة منها محراب، قد شمل الجميع الصبغ والترين، واستقل برأس الشكل شمعة موقدة، قسم جرمها أجزاء بانقسام ساعات الليل، وأخرج من عند ذلك خيط يقسم جسدها، ويعين الساعة فيها بسبب من الكتان، يتصل برأس غلق المحراب الظاهر فيمنعه من الهوى والتزول، وفوق محب المحراب خرت محكم، يفضي الى شكل سدي، يعترض مجراه قائم من الحديد مثبت في رأس الغلق الذي يسد المحراب، وخلقه كرة من النحاس بندقية الشكل، يمنعها ذلك القائم المعرض المجري من الانحدار.

وتخلف الغلق شكل يهدي رقعة منظومة تعرف بمضي الجزء من الليل فإذا استولت النار على الشمعة، وبلغت الى حد الساعة، احترت السبب المتصل بها ذكر، فانحدر الغلق، وزال المانع من سقوط الكرة، فهوت واستقرت في بعض الصحن النحاسية المصونة المغراه بالشهرة، وبرزت الرقعة، فأوصلها القيم على ذلك الى المسمع فأنشد بها .

أجري التجريب بهذه الآلة على ما تقتضيه طبيعة نارها وقتيلها، والهواء المحصور في تجريفها، فصح عملها، واطرد صدقها، وخفي قصدها وخف نقلها، فكانت اخرى حبيبها موقعة على نظم النداء بأذان الصبح من غير اخلاف وعد، ولا اخلال بوقت، فجاءت طرازا على حلة الصنيع الضخم.

مخطوطات عربية في الساعات والعمل بها

كتاب في آلات الساعات التي تسمى رخامات

لأبي الحسن ثابت بن قرة الحراني الصابي (ت: ٢٨٨ هـ = ٩٠٠ م).

١ - مخطوط دار الكتب المصرية بالقاهرة - رقم: ميقات - ١٠٤٧ (١)، الكتاب الاول ضمن مجموع، الصفحات ١ - ٨٩.

٢ - مخطوط مكتبة كوبريلي باستانبول - رقم: ٩٤٨، ويقع في ٤٤ ورقة.

مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة - رقم: ٧ - صناعات.

كتاب علم الساعات والعمل بها

لرؤسان بن محمد بن علي الخراساني، أتم تأليفه سنة ٦٠٠ هـ = ١٢٠٣ م.

١ - مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: رياضة - ٤٨٨، ويقع في ١١٦ لوحة مصورة عن

مخطوط مكتبة كوبريلي باستانبول - رقم: ٩٤٩، وقد كتب بخط نسخي أنيق سنة ٦٥٨ هـ = ١٢٥٩

م بيد بيلك بن عبدالله القبجاقى بالقاهرة عن نسخة المؤلف.

٢ - مخطوط مكتبة كوبريلي باستانبول - رقم: ٩٤٩، ويقع في ١١٤ صفحة.

مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة - رقم: ٨ - صناعات.

نظم العقود في عمل الساعات على العمود

لعبد العزيز بن محمد الوفايي

- مخطوط مكتبة مصطفى فاضل بدار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ميقات - ٩٣ (٤)، الرسالة الرابعة ضمن مجموع، الصفحات ٦/ب - ٩/ب، كتبت بخط نسخي مقروء حوالي سنة ١١٠٠ هـ = ١٦٨٨ م.

الإعلام بشد المنكام

لشمس الدين محمد بن أبي الفتح الصوفي.

١ - مخطوط مكتبة مصطفى فاضل بدار الكتب المصرية بالقاهرة - رقم: ميقات - ٢٠٤ (١)، الرسالة الأولى ضمن مجموع، الصفحات: ١/١ - ٨/ب، كُتِبَ المجموع بخط نسخي مقروء، سنة ١٠٥٢ هـ = ١٦٤٢ م، بيد علي بن محمد، تملك إبراهيم سر عسكر.

٢ - مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ميقات - ١١٦٩ (٧)، الصفحات: ١/٤٨ - ٥٢/ب، كتبت سنة ١١٥٨ هـ = ١٧٤٥ م بخط مغربي، وتحمل هذه النسخة العنوان: «الاعلام في شد المنكام».

تابع ٢٣، ٢ - صناعة الأواني المعجية والفوارات

صناعة الأواني المعجية

يقوم عمل هذه الأواني على عدة مبادئ في «مخانيقا الماء» منها مبدأ «استحالة الخلاء»، ولعل أول ظهور عملي لهذا المبدأ كان فيما عرف بالسحارة المصرية^(١) أو سارقة الماء^(٢)، ولقد كانت هذه الحيلة معروفة تماما عند قدماء المصريين منذ الألف الثانية قبل الميلاد كما تدل على ذلك آثارهم، شكل (٦٣)، وكانت هذه الآنية تستخدم في ترويق الشراب، حيث إن مص الطرف الخارجي لأنبوب السحارة يجتذب الهواء ومن ورائه السائل الملاصق له، وبمجرد وصول الأخير إلى الطرف الخارجي يتواصل سريان السائل بعد انقطاع الهواء، ويستمر ذلك حتى ينخفض سطح الماء في الخوض إلى موضع طرف الأنبوبة من الداخل، فعندئذ يتوقف عمل السحارة، وذلك بمجرد دخول الهواء في المنظومة.

هذا ويبين شكل (٦٤) مبدأ تساوي الضغط عند المستوى الواحد للسائل، وهو ما يعزف بسلوك السائل في الأواني المستطرقة، أما شكل (٦٥) فيسجل توقف السائل في الأنبوب المعقوف عند المستوى الحُر

(١) يقصد بها المعنى الحرفي (من المصدر الثلاثي: سحر) باعتبار أن عمل هذه الآنية ضرب من السحر وأعمال السحرة (Witch Work)، تأسيسا على أن الماء يسيل من أعلى الوعاء بدلا من قاعه.

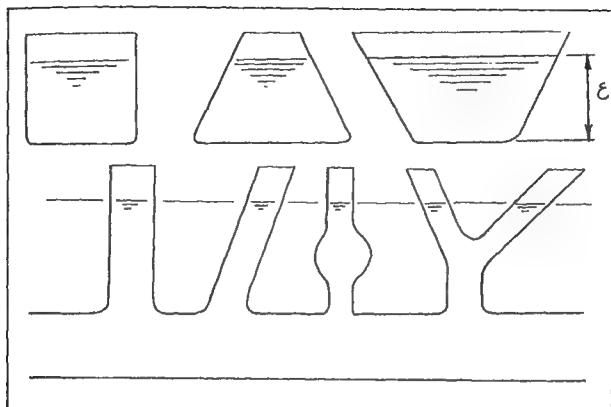
(٢) تعرف أيضا بالثعب، وعند الغرب بسلقة الماء، وفي الغرب بـ سيفون (Siphon).

للسائل في الاناء طالما تواجد الهواء في الأنبوب المعقوف، أما إن سحب الهواء من هذا الأنبوب شكل (٦٦) وكان موضع طرفه الخارجي أدنى من السطح الحر للسائل في الخوض استمر تفرغ السائل حتى يتطابق مستوى الطرف الداخلي للأنبوب مع مستوى السائل في الخوض^(٣) شكل (٦٦)، وهنا يتوقف عمل السحابة أو المشعب.



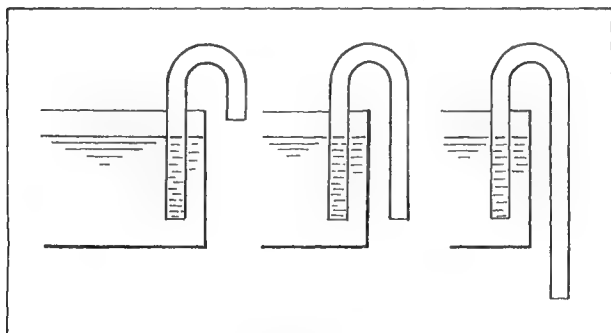
شكل (٦٣)

فكرة المشعب أو السيفون (Siphon) أو سارقة الماء في النقوش المصرية القديمة، حيث يستعمل أنبوب على هيئة U مقلوبة ذات فرعين غير متساويين لسحب السائل عبر حافة الاناء وتوصيله الى مستوى أدنى، وذلك بالاعتماد على ضغط الهواء، ويرجع تاريخ النقش الى حوالي ١٤٥٠ ق.م.



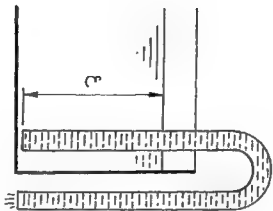
شكل (٦٤)

تساوي الضغط عند المستوى الواحد للسائل في حال السكون.

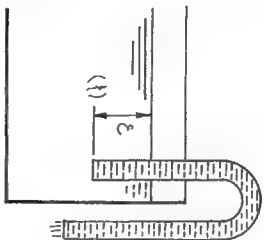


شكل (٦٥)

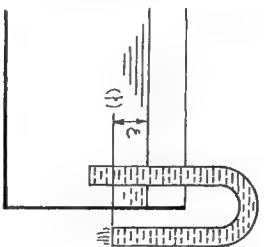
توقف السائل في الأنابيب المعقوفة (على شكل U) عند المستوى الحر للسائل في الاتاء، وذلك بسبب وجود الهواء في الأنابيب.



الأنبوب يفرغ الهواء كلية من الأسفل.



الأنبوب يفرغ السائل حتى يتخط سطحه يمر إلى المستوى (أ)
(وبذلك تحت ضغط عمود السائل، ع، وحق دخول الهواء إلى الأنبوب)



شكل (٦٦)

المسحوق أو سارقة الماء أو اللصيق أو السيفون (Simple Siphon) (موقف الأنبوب المنقلب بعد سحب الهواء منه باللسان)

الأواني العجيبة في أعمال بني موسى

الحيلة

- ١ - عمل كأس يصب فيه مقدار من الشراب أو الماء، فإن زيد عليه زيادة بقدر مثقال من الشراب أو الماء خرج كل شيء فيه.
- ٢ - عمل إبريق له بلبلة، إذ ملي لا يمكن أن يتوصأ به أكثر من واحد.
- ٣ - عمل إبريق إذا صب فيه الماء صبا متصلا قبل كل ما يصب فيه، فإذا قطع الصب ثم أعيد إليه لم يقبله.
- ٤ - عمل جرة لها بزال مفتوح، وإذا صب فيها الماء لم يخرج من البزال شيء، فإذا قطع الصب خرج الماء من البزال، فإذا أعيد الصب انقطع أيضا، وإن قطع الصب خرج الماء وهكذا لا يزال.
- ٥ - عمل تمثالين من الوحش يصب لها الماء في جامات، يكون فيها فلا تشرب منه، ومعها تمثال أسد فإذا صب للأسد الماء في جامه يشرب وتشرب الوحوش كلها من الماء الذي في جاماتها، فمتى انقطع شرب الأسد لا يشرب الوحش، فإن شرب الأسد ثانية شربت الوحوش معه وهكذا لا يزال.
- ٦ - عمل تمثال ثور إذا قدمت إليه إجابة فيها ما يشربه، ويسمع له صوت وضجة حتى يظن من يراه أنه قد كان عطشاناً.
- ٧ - عمل حوض نصب فيه جرة من الماء فيشرب منها عشرون دابة أو أكثر، ولا ينقص الماء من الحوض، فإن قرب إليه ثور فشرب منه يفنا كل شيء في الحوض ولو قدم أول الدواب.
- ٨ - عمل إبريق إذا صب فيه الماء صبا متصلا قبل ما يصب فيه، فمتى قطع عنه الصب ثم أعيد إليه لم يقبل ما فيه صب.
- ٩ - عمل إبريق يصب فيه الإنسان ثم يقطع الصب، ويعيد الصب ثانية فيقبل أيضا، فإذا صب مرة ثالثة لم يقبل.
- ١٠ - صنعة أخرى ثلاثة للإبريق الذي لا يقبل أيضا من طريق آخر ثالث.
- ١١ - عمل إبريق آخر على مثال الإبريق الذي عمل أولا بالهواء، وهو الذي إذا قطع عنه الصب لم يقبل شيئا فتريد أن نصيره إذا أعيد إليه الصب ثانية قبل أيضا فإن أعيد ثالثة لم يقبل.
- ١٢ - عمل إبريق يأخذه الغلام فيوضي به من أحب، ويمنع منه من شاء فلا ينصب منه على يديه شيء من الماء.
- ١٣ - عمل إبريق يصب فيه ماء حار وماء بارد من ثقب واحد في رأسه ولا يختلطان، فإذا أخذه الغلام ليوضي به فإن شاء أن يصب على إنسان ماء باردا صب، وإن شاء أن يصب حارا صب، وإن شاء ممزوجا فعل ذلك، وبحسب القوم أجمعين أنهم توضوا بهاء واحد.

الحيلة

- ١٤ - عمل كوز أو إبريق إن شاء الانسان أن يصب فيه أوقية شراب أو أوقيتين، فيظهر لمن يراه أنه قد امتلأ فيشربه من شاء ويسقيه من شاء.
- ١٥ - عمل كوز إبريق على غير هذا العمل يفعل مثل فعل الأول والمنفعة فيها واحدة.
- ١٦ - عمل جرة لها بزالان، إذا صب فيها الشراب يجري من أحد البزالين، فإذا قطع الصب ينقطع الشراب من ذلك البزال، ويجري من البزال الآخر، وإن أعيد الصب عاد الى البزال الأول وهكذا لا يزال.
- ١٧ - عمل مليار له بزال واحد نصب فيه الماء وتوضع فيه النار، وتفتح بزاله فلا يسيل منه شيء، فمتى أراد الانسان أن يأخذ من الماء الذي فيه، صب فيه من رأسه ماء باردا فيخرج له من البزال ماء حار، فإذا قطع الصب انقطع سيلان الماء.
- ١٨ - عمل مليار آخر له بزال غير مغلق يصب فيه الماء أولا قبل أن يوضع على النار فلا يسيل من البزال شيء والبزال مفتوح، فإذا سخن الماء وأراد الانسان أن يأخذ منه الماء الحار صب من رأسه من موضع الصب ماء باردا فخرج ماء حار.
- ١٩ - عمل جرة لها بشيون مغلق نصب فيها ألوان من الرطوبات بمقدار من المقادير لكل واحد منها، فإذا شئت أخرجت من الفثيون أي لون أردت.
- ٢٠ - عمل جرة لها فثيون نصب فيها ألوانا كثيرة من الرطوبات من موضع واحد لونا بعد لون بغير مقدار، فمتى شئنا أخرجنا من الفثيون أي لون شئنا.
- ٢١ - عمل جرة لها فثيون يصب فيها الماء، فإذا فتح الفثيون يجري منه رطل من ماء ثم ينقطع فلا يسيل من البزال شيء، وإن أغلق البثيون ثانية ثم فتح أيضا يجري منه رطل أيضا ثم ينقطع، وكذلك لا يزال.
- ٢٢ - عمل جرة يصلح أن تعمل في الحمامات والمتوضيات وما أشبه ذلك.
- ٢٣ - عمل قده يسع رطلا أو رطلين أو أي مقدار شئنا، إذا أخذته الحاذق بعمله فصب فيه أوقية أو أوقيتين من شراب يملي ويظهر لجميع من يراه انه ملأ فيشربه، فإذا أخذته الجاهل بعمله لم يملي الا بمثل مقدار مساحته من الشراب.
- ٢٤ - عمل جرة لها بزال إذا صب فيها أي لون كان من أنواع الرطوبات ثم فتح البزال فلا يجري من البزال شيء، فإذا صب فيها الشراب ثم فتح البزال يجري منه الشراب.
- ٢٥ - عمل قده إذا شاء الحاذق بعمله أن يصب فيه الشراب فيملي من مقدار يسير ويظهر للناس ذلك ويشربه ومن يراه من الناس يظن أنه قد شرب ملاء، فإذا أخذته باقي من في المجلس وشربوا به يشربون ملاء بالحقيقة (الخ . .).

الحيلة

- ٢٦ - عمل كوز له بزال اذا صب فيه الماء أو الشراب فربما يجري من البزال اذا أراد الذي يصب في الكوز ذلك، فإن أراد أن لا يجري من البزال لم يجر منه شيء (الخ . .).
- ٢٧ - عمل كوز له بزالان، إذا صب فيه الماء أو الشراب فربما يجري من أحد البزالين وربما يجري من الآخر، وربما لا يجري من أحد منهما شيء بته (الخ . .).
- ٢٨ - عمل سحارة اذا غمسيت في الماء الواسع يسمع منها صفير وإذا رفعت منه ليعمل بها يسمع منها أيضا صفير.
- ٢٩ - عمل سحارة إن أخذها الحاذق بعملها وغمسها في الماء وأحب أن يكون إذا رفعها عن الماء تعمل مثل عمل السحارات، ويجري من ثقبها الماء فعل ذلك، وإن أحب أن يكون إذا رفعها عن الماء لا يجري منها شيء فعل ذلك.
- ٣٠ - عمل قنينة نصب فيها الشراب فإن أراد الحاذق بعملها أن يبين لجميع جلسائه أنها قد امتلئت من أوقية أو نحو ذلك فعل، وإن أحب أن يصب فيها شيء كثير ويسقيه لانسان آخر فعل.
- ٣١ - عمل قنينة لها رأسان نصب فيها من أحد الرأسين الشراب ومن الآخر ماء، فإذا أقلت خرج من الرأس الذي صب فيه الماء شراب، ومن الرأس الذي صب فيه الشراب ماء.
- ٣٢ - عمل جرة لها بزال يصب فيها الماء بأي مقدار كان، فإذا فتح البزال يجري فيه مقدار من المقادير ثم ينقطع ساعة على قدر ما نريد أن نقدر من مقدار خروج الماء ومن مقدار مدة الزمان الذي ينقطع فيه إلى أن يتبدى ثانية يخرج، ولا يزال كذلك ينقطع مرة ويجري أخرى دائما حتى ينفد كل شيء في الجرة.
- ٣٣ - عمل قنينة لها رأس واحد يصب فيها الشراب والماء من رأسها فلا يختلطان، فإذا شاء الحاذق بعملها أن يقلبها فيخرج من رأسها شراب فعل ذلك، وإن شاء أن يقلبها فيخرج ماء فعل ذلك، وإن شاء أن يقلبها فيخرج ممزوج ذلك فعل.
- ٣٤ - عمل قنينة نصب فيها الشراب فإذا أقلت يخرج منها مقدار من المقادير معلوم، ثم ينقطع خروج الشراب، فإذا وضعت ثم أقلت ثانية يخرج ذلك المقدار بعينه، ثم ينقطع أيضا، فإن وضعت ثم أقلت ثالثة يخرج ذلك المقدار وكذلك لا يزال حتى ينفد كل شيء فيها من الشراب.
- ٣٥ - عمل قنينة نصب فيها الشراب فإذا أقلت لا يخرج منها شيء، فإذا وضعت ثم أقلت ثانية يخرج منها الشراب، فإذا وضعت ثم أقلت لا يخرج منها شيء، فإن وضعت ثم أقلت أيضا رابعة يخرج منها الشراب.
- ٣٦ - عمل قنينة نصب فيها الشراب فإذا أخذها الساقى الحاذق بعملها ليسقي بها القوم فإن أحب أن يقلب القنينة أبدا فيخرج منها في كل مرة مقدار واحد معلوم، فإذا تم انقطع سيلان القنينة من نفسه.

الحيلة

٣٧ - عمل فنية نصب من رأسها الشراب والماء من موضع واحد، فإذا أقلتب يخرج منها مقدار من المقادير شراب ويتقطع من نفسه، فإذا أعيدت ووضعت على الأرض ثم حملت وأقلتب ثانية انصب منها في القدر ماء بمثل ذلك المقدار ويتقطع، فإذا وضعت أيضا ثم حملت وأقلتب خرج شراب بمثل ذلك المقدار، وكذلك لا يزال فعلها حتى ينفد الشراب والماء الذي فيها.

٣٨ - عمل جرة لها بثونان نصب فيها الماء وفتح البزالين فيكون أحد البزالين الذي يفتح أولا هو الذي يسيل منه الماء أي البزالين كان، والبزال الذي يفتح آخر شيء لا يسيل منه شيء أي بزال كان.

٣٩ - عمل جرة لها بزال مغلق نصب فيها الشراب فيجري من البزال اذا فتح، فإذا صب الماء من رأس الجرة انقطع الشراب من البزال وجري فيه الماء، فإذا قطع صب الماء عاد الشراب يجري من البزال وكذلك لا يزال فعله.

٤٠ - عمل جرة تعمل مثل عمل التي قبلها ولكن بطريقة أخرى.

٤١ - عمل جرة لها بزال مفتوح نصب فيها الشراب فما دام الصب متصلا والبزال لا يخرج منه شيء حتى اذا قطع الصب ابتداء البزال يخرج منه الشراب، فلا يزال يخرج حتى يصب الماء، فإذا صب الماء ينقطع الشراب من البزال ويجري فيه الماء، فإن قطع صب الماء عاد الشراب يجري وكذلك لا يزال.

٤٢ - عمل جرة لها ثلاثة بزل مفتوحة يصب فيها الشراب كما صب في التي قبلها ولا يسيل من البزل شيء مادام الصب متصلا، فإذا قطعت الصب ابتداء البزال الأوسط يسيل منه الشراب فلا يزال كذلك حتى يصب في الجرة ماء، فإذا صب الماء انقطع الشراب من البزال الأوسط وجري فيه الماء، وجري الشراب في البزالين الآخرين، فإن قطع صب الماء عاد الشراب الى البزال الأوسط وانقطع منه الماء وكذلك لا يزال الفعل.

٤٣ - عمل جرة تصب فيها ألوان من الرطوبات لون بعد لون من ثقب واحد من رأس الجرة فلا تختلط، وللجرة بثيون، فإذا فتح ذلك البثيون خرج اللون الذي صبته أولا ثم يتبعه الثاني إذا في، فإذا في الثاني يتبعه الثالث، وكذلك لا يزال حتى ينفد جميع الألوان.

٤٤ - عمل جرة تعمل مثل سابقتها غير أن بزالها مفتوح، ونجعلها أيضا ثلاثة ألوان، فإذا صب الانسان اللون الثالث ثم قطع الصب يتبدى اللون الذي صبه أولا يجري من البزال، فإذا في تبعه الثاني، فإذا في الثاني تبعه الثالث حتى تنفذ جميع الألوان.

٤٥ - عمل جرة تصب فيها ألوان من موضع واحد، لها بثيون، فإن كان مغلقا فإذا فتح خرجت الألوان، يخرج اللون الأول ثم يتبعه الثاني اذا مضت سوية، فإذا في الثاني ومضت سوية يخرج الثالث

الحيلة

- وكذلك لايزال. وإن كان البزال مفتوحا فإنه اذا صب اللون الأخير ثم قطع بتبديء الألوان فتخرج كما ذكرنا وعلى الترتيب الذي وصفنا.
- ٤٦ - عمل إناء أو جرة تصب فيها ألوان من الرطوبات من موضع واحد، ولها بزال، فإذا فتح تجري الألوان على الولي يتلو بعضها بعضا.
- ٤٧ - عمل جرة لها بزال واحد، إن صب فيها الشراب يخرج من البزال، وإن صب فيها الماء أو غيره من الرطوبات لم يخرج من البزال شيء، وهذه الحيلة عجيبة وفيها مواربة وغلوطة.
- ٤٨ - عمل جرة لها بزالان، متى صببنا من رأس الجرة شرابا خرج من أحد البزالين أبدا، ومتى صببنا الماء يخرج من البزال الآخر أبدا.
- ٤٩ - عمل جرة لها بزال يصب فيها شراب وماء من موضع واحد، فإذا فتح البزال خرج منها الشراب أو الماء بمقدار من المقادير، فإن كان الشراب هو الذي خرج تبعه الماء، ويخرج بمثل ذلك المقدار، فإذا تم المقدار تبع الماء شراب أيضا بمثل ذلك المقدار، ثم يتبع الشراب أيضا ماء بذلك المقدار، وكذلك لايزال حتى ينقذ كل شيء في الجرة.
- ٥٠ - عمل جرة تعمل مثل عمل التي قبلها ويكون بزالها مفتوحا.
- ٥١ - عمل كوز له بزال إن شاء الإنسان أن يصب من رأسه شراب فيخرج من البزال فعل ذلك، وإن شاء أن يصب الشراب فلا يجري من البزال شيء فعل ذلك، والصب من موضع واحد.
- ٥٢ - عمل كوز له بزال يصب فيه شراب ثم إن شاء الحاذق بعمله أن يصب فيه الماء فيجري من البزال شراب فعل ذلك، وإن شاء أن يصب الماء فلا يخرج من البزال شيء فعل ذلك.
- ٥٣ - عمل كوز له بزال اذا أخذه الحاذق بعمله فصب منه ماء أو غيره من الرطوبات لم يخرج من البزال شيء، فإن صب فيه شراب خرج من البزال.
- ٥٤ - عمل جرة لها بزال مفتوح يصب فيها الشراب بمكيال معلوم فلا يخرج من البزال شيء، فإذا صب الماء يجري من البزال شراب بمقدار ما صب من الماء.
- ٥٥ - عمل جرة شبيهة بسابقتها غير أن الحاذق بعملها إن شاء اذا صب الماء من بعد صب الشراب كما وصفنا بالمكيال، أن يجري من البزال شراب صرف فعل ذلك، وإن شاء أن يكون إذا صب الماء يجري شراب ممزوج فعل ذلك، فيسقي صرفا لمن شاء، ويسقي ممزوجا لمن شاء.
- ٥٦ - عمل جرة نصب فيها الشراب والماء، ولها بزالان مفتوحان، فإذا فرغ من الصب يسيل من أحد البزالين شراب ومن الآخر ماء، فإذا سال من كل واحد منهما مقدار من المقادير يتبدل فيخرج من بزال الشراب ماء ومن بزال الماء الشراب، فإذا سال من كل واحد مثل ذلك المقدار وشي به، يتبدل أيضا، وكذلك لايزال يتبدل.

الحيلة

- ٥٧ - عمل جرة لها بزالان اذا صب فيها الماء ثم قطع الصب بيتديء الماء فيخرج من أحد البزالين، فإذا سد البزال الذي جرى منه الماء بيتديء الماء فيجري من البزال الآخر، وإن نحا الانسان يده عن البزال المسدود لا يجري منه شيء ولايزال كذلك.
- ٥٨ - عمل جرة نصب فيها الشراب والماء من موضع واحد ولها بزالان، فإذا قطع الصب بيتديء أحد اللونين فيجري من أحد البزالين، فإذا سد ذلك البزال ينقطع عنه ذلك اللون ويجري اللون الآخر من البزال الآخر، ولا يجري من الذي كان سد شيء (الخ . .).
- ٥٩ - عمل جرة تفعل مثل فعل التي قبلها غير أنا نصير ما يصب فيها من الماء والشراب بمقدار، ولو شتتا أن نصيره بغير مقدار فعلتنا ذلك، غير أنا نصيره بمقدار في هذه الجرة.
- ٦٠ - عمل جرة لها ثقب غير مغلق يصب فيها الشراب ثم يقطع الصب، فإذا أحب الحاذق بعملها أن يصب فيها الماء فيخرج شراب فعل ذلك، وإن أحب أن يكون إذا صب الماء يخرج ماء وحده من البزال فعل ذلك.
- ٦١ - عمل جرة لها بزال يصب فيها الشراب فإذا صب فيها الماء صبا دائما بيتديء الشراب يخرج ثم يتبعه الماء ثم يتبع الماء الشراب أيضا، وكذلك لايزال مادام الصب متصلا.
- ٦٢ - عمل جرة لها بزال مفتوح يصب فيها الشراب، فإذا قطع الصب وصب فيها ماء بيتديء الشراب يجري من البزال مادام صب الماء متصلا، فإذا قطع صب الماء انقطع البزال فلا يخرج منه شراب، وكذلك إن صب فيها شراب ينصب من البزال مادمت تصب الشراب، فإذا قطعت صب الشراب انقطع سيلان الماء من البزال، وكذلك لايزال اذا صببت شرابا يخرج ماء واذا صببت ماء خرج شراب.
- ٦٣ - عمل جرة لها بزال يصب فيها لون من الألوان، فإذا صب لون ثاني يخرج الأول مادام الصب متصلا، فإذا قطع الصب انقطع خروج الأول وكذلك اذا صب لون ثالث يخرج الثاني، وإذا صببت رابعا يخرج الثالث وكذلك لايزال.
- ٦٤ - عمل جرة لها بزالان ان صب فيها الشراب والماء بعد أن يمزج أحدهما بالآخر يخرج من أحد البزالين شراب ومن الآخر ماء، ويتوهم كل من يرى ذلك أنه قد انفصل الشراب من الماء.
- ٦٥ - عمل جرة تفعل هذا الفعل وتكون صغيرة ويمكن الانسان أن يقلبها ويحركها فلا يخرج منها الماء والشراب ولا يسمع لها صوت أيضا، ولا يحس أحد أن فيها شيء وهذه أعجب من التي قبلها.
- ٦٦ - عمل جرة لها بزالان مغلقان يصب فيها الشراب والماء من رأسها واحدا بعد الآخر فاذا فتح البزالان يجري من أحدهما شراب ومن الآخر ماء، فإذا سد الانسان أحد البزالين بإصبعه انقطع اللون الآخر من البزال الآخر، وجرى فيه اللون الذي سد بزاله، فإن نحي يده عن البزال المسدود عاد الأمر - كما كان يجري أو لا - يجري، وإن أعيد سد أحد البزالين أيضا عاد الفعل وكذلك لايزال الفعل.

الحيلة

- ٦٧ - عمل جرة مثل سابقتها بصنعة أخرى.
- ٦٨ - عمل جرة تصنع مثل هذا الفعل الذي وصفنا غير أنه ينبغي ان يصب في هذه الجرة من الشراب والماء بمقدار واحد أي مقدار كان.
- ٦٩ - عمل جرة لها بزalan مغلقتان تفعل مثل فعل الجرتين اللتين قبلها، ويخرج الشراب والماء بمقدار واحد، ثم يتبدل فيخرج من بزال الشراب ماء ومن بزال الماء شراب بذلك المقدار، وكذلك لايزال.
- ٧٠ - عمل جرة لها بزال وفي عروتها ثقب صغير خفي، نصب فيها الماء والشراب، فإذا قطع صب اللون الذي يصب أخيراً ابتداءً يخرج من البزال اللون الذي يصب أخيراً فمتى سد الانسان الثقب الذي في عروة الجرة ينقطع ذلك اللون من البزال ويجري منه اللون الآخر، فإذا فتح الثقب عاد اللون الذي كان يجري أولاً فيخرج من البزال وكذلك لايزال الأمر.
- ٧١ - عمل جرة لها بزalan مغلقتان وفي عروتها ثقبان صغيران خفيان، إذا صب فيها الماء والشراب ثم فتح البزalan فإنه يجري منهما الشراب مزوجاً بالماء، فإن سد أحد الثقبتين وفتح الآخر يخرج من أحد البزالين شراب ومن الآخر ماء، فإن فتح الثقب الذي سد وسد الثقب الذي فتح ابتداءً فجري في البزال الذي كان يجري منه الشراب ماء، ومن الذي كان يجري منه الماء شراب، وإن سدوها جميعاً لم يسلم من البزالين شيء البتة.
- ٧٢ - عمل جرة يصب فيها الشراب والماء، ولها بزalan مفتوحان، فإذا قطع الصب يسيل من أحد البزالين شراب ومن الآخر ماء (الخ. .).
- ٧٣ - عمل جرة لها بزال مغلق وفي عروتها ثقب خفي، فإذا صب فيها الشراب والماء وفتح البزال يتبدىء الشراب فيجري من البزال، فإذا سد الانسان الثقب الذي في العروة من غير أن يعلم به أحد من الناس ممن يحضرونه ينقطع الشراب منه ويجري فيه الماء، فإذا فتح الثقب عاد الشراب أيضاً يجري وكذلك لايزال (الخ. .).
- ٧٤ - عمل جرة لها بزalan إذا صب فيها الماء يجري من أحد البزالين، فإن صب فيها دهن من الأدهان يجري من البزال الآخر.
- ٧٥ - عمل لإجانة في بعض المواضع بالقرب من بعض الأنهار تكون دهرها كله مملوءة ويغرف منها جميع الناس الماء، ويشرب منها الدواب، وهي أبداً على حال واحدة لا تزيد ولا تنقص.
- ٧٦ - عمل جام مركب على قاعدة يصب في القاعدة الشراب، فإذا قطع الصب يتبدىء الشراب فيجري الى الجام حتى يمتلئ الجام، فإذا أخذ من الجام شيء من الشراب يرجع إليه مثله ويبقى على حال واحدة لا ينقص البتة.

الحيلة

- ٧٧ - عمل جام أو إجانة فارغة مركبة على قاعدة، نصب فيها رطلين أو ثلاثة شراب، ويؤخذ منها أضعاف ذلك وهي لا تنقص، فإن كان الذي يأخذ منها ويعرف حاذق عارف عالم بها فلنأخذ منها فنقص وينقص كل شيء فيها سريعاً، فإن لم يكن حاذقاً بعملها فإنه يشرب منها أضعافاً كثيرة لما صب فيها وهي لا تنقص (الخ . .).
- ٧٨ - عمل جام أو إجانة أو بعض الأواني يركب في متوضاً أو حمام أو رواق أو حيث أحب الإنسان لا يزال دهره فيه الماء، وكلما أخذ منه شيء عاد إليه مثل ذلك، ويكون فوقه تمثال هو الذي يصب إلى الأثناء مكان ما يعرف منه.
- ٧٩ - عمل جام أو بعض الأواني مركبة على قاعدة أو في رواق أو حيث أحب الإنسان وتكون فارغة وفوقها تمثال، فإذا صب فيها شراب حتى يمتلئ أو يقارب ذلك وغرف منها شيء أو أخذ من الشراب شيء، فإن التمثال يصب إليها مثل ما غرف منها (الخ . .).
- ٨٠ - عمل جام أو إجانة أو بعض الأواني مركب في رواق أو على قاعدة وفوقها تمثال ولتكن فارغة، فإذا صب فيها الشراب يصب التمثال الشراب وماء حتى يمتلئ أو يقارب ذلك، فإذا غرف منها شيء من الشراب الذي صب فيها يصب التمثال من فمه مثل المقدار الذي غرف منه شراباً ممزوجاً بياه (الخ . .).
- ٨١ - عمل جامين مركبين على قاعدة يصب في كل واحد منهما بمقدار واحد شراباً، ويجلس بعض أهل المجلس فيشربون من إحدى الجامين وبعضهم يشربون من الجام الآخر (الخ . .).
- ٨٢ - عمل جامين مركبين على قاعدة أو في رواق إذا صب في كل واحد منهما خمسة أطلال شراباً يصير الجام الذي صب فيه أولاً الشراب إذا شرب منها واغترف منها مقدار ما صب فيها ينفد كل شيء فيها، ويصير الجام التي صب فيها بآخره إذا أخذ منها لا ينقص أبداً وإن أخذ منها أضعاف ما صب فيها.
- ٨٣ - عمل جام أو إجانة على قاعدة أو في بعض المواضع مثل الحمامات أو المتوضيات أو في مدينة أو حيث أحب الإنسان تكون مملوءة شراباً أو ماء وفوقها تمثال، فإذا شرب منها حتى ينفد كل شيء فيها، يبتدي التمثال فيصب في الأثناء ماء (الخ . .).
- ٨٤ - عمل جام بصنعة أخرى تفعل مثل هذا الفعل التي قدعنا ذكرها.
- ٨٥ - عمل جامين على قاعدة أو في رواق فارغتين، وعلى كل واحد منهما تمثال، إذا صب في أحدهما أيها كانت شراب يصب التمثال في تلك الجام شراباً، ويصب التمثال الآخر في الجام الأخرى ماء، وإن صب في الجام ماء يصب التمثال الآخر في الجام الأخرى شراباً، ويصب تمثال هذه الجام فيها ماء.
- ٨٦ - عمل إجانة أو جامة فوقها تمثال فمتى صب في الجام شراباً يبتدي التمثال فيصب الشراب، فإذا انقطع الإنسان عن الصب، امتنع التمثال عن الصب، فإن عاد الإنسان إلى الصب يبتدي الصب

الحيلة

فيصب، وكذلك لايزال.

٨٧ - عمل إجانة أو جامة بصنعة أخرى تفعل مثل هذا الفعل .

من ملحق كتاب الحيل

الحيلة

٢ وعاء لخروج الماء الحار والبارد في الحمام، مزود بيزالين، أعني بزالين البارد والحار، حتى يكون جميع دهره يسيل من أحد البزالين حار، ومن الآخر بارد، فإذا مضى مقدار من الزمان ابتدل، فيخرج من بزال البارد حار ومن بزال الحار بارد، فإذا مضى ذلك المقدار من الزمان ابتدل أيضا فعاد الى ما كان أولا، وكذلك لايزال جميع دهره.

٣ عمل تمثال منصوب في حائط بين يديه أو في بعض المواضع جام مملوء ماء، فإذا أردت أن يصب التمثال ماء باردا صببت في الجام ماء حارا أو غيره من الأشرطة، فيصب التمثال بمقدار ما يصب في الجام.

الأباريق والطساس في أعمال الجزري

هذا هو النوع الثالث مما تناوله الجزري في كتابه من حيل هندسية، وبيانه كما يأتي:

أولا: الأباريق

١ - إبريق يصب منه ماء حار وماء بارد، وماء ممزوج.

٢ - إبريق يضعه الخادم الى جانب طست بين يدي الملك.

٣ - غلام يصب على يدي الملك ماء ليتوضأ.

٤ - طاووس يصب من منقاره ما يتوضأ به المخدم.

ثانيا: الطساس

أ - طساس الفصاد

٥ - طُست الراهب، يعلم منه كمية الدم النازل فيه.

٦ - طست الكتائبين للفصاد، يعلم منه كمية الدم الحاصل فيه، شكل (٦٧).

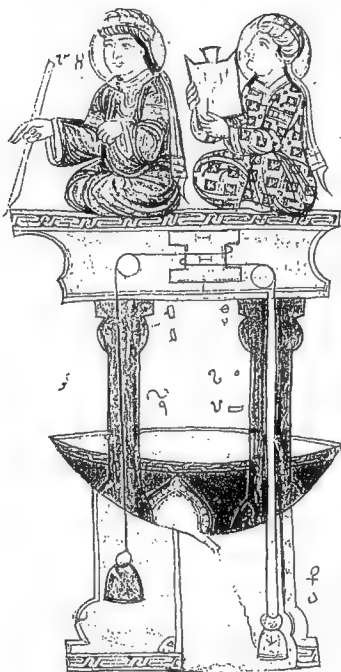
٧ - طست الحاسب للفصاد، ويعلم منه كمية الدم الحاصل فيه.

٨ - طست القصر، يعرف منه كمية الدم الحاصل فيه.

ب - طساس للغسيل

٩ - طست الطاووس لغسل اليدين.

١٠ - طست الغلام، شكل (٦٨).



ولا يزال كذلك
 ما دام الدم يقع في
 الطست الى مائة
 وعشرين درهما
 وان شاء اهل فانزل
 ثم يراق الدم من
 الطبيعة وتعمل في
 والطست مغاريق
 مبال وقت الحاجة
 اليه وعند تمام ما
 ذكره مجرد ما
 يجبره وينقش
 الكائنات ويرى من
 بالدم البحيح ذلك
 ما اريد ابضاجه
 جليا واصف ما
 صنعتها ومطست
 للفصا اء وصورة ما
 في الصفحة الاخرى
الشكر
السابع

شكل (٦٧)

حوض الكائين - من أعمال الجزري - ومن نسخ لاروق بن عبد اللطيف الباقوتي المولوي في رمضان سنة ٧١٥هـ = ديسمبر ١٣١٥م بسوريا
 (عن مخطوط قاعة قرير للفن بواشنطن).



شكل (٦٨)

حوض الخادم - من أعمال الجزري - ومن نسخ فاروق بن عبد اللطيف الباقوني المولوي في رمضان سنة ٧١٥هـ = ديسمبر ١٣١٥م بسوريا.
(عن مخطوط قاعة فرير للفن بواشنطن).

أواني مجالس الشراب في أعمال الجزري

هذا هو النوع الثاني من جملة الحيل الهندسية عند الجزري، ويشتمل على عشرة أشكال بيانها كما يلي :

- ١ - كأس يحكم في مجالس الشراب، متخذ من فضة وشبهه.
- ٢ - كأس يحكم في مجالس الشراب، وهو ذو قبة كبيرة ترتفع من حافته.
- ٣ - حكم في مجالس الشراب، مشتمل على سرير وأساطين وجواري ورقاص وآلة زمر وغيرها.
- ٤ - زورق يوضع في بركة في مجالس الشراب.
- ٥ - باطية توضع في طرف مجلس الشراب، يصب فيها ألوان من الشراب والماء.
- ٦ - رجل نديم يشرب سؤر الملك، وهو ما يبقى في أسفل القدر من الشراب.
- ٧ - غلام قائم في يده سمكة وقدر يسقي منه الملك.
- ٨ - رجل في يده قدر وقراءة، يصب من القراءة الى القدر شرابا يشربه.
- ٩ - سرير عليه شيخان في يدي كل واحد منهما قدر وقنينة، يصب في قدر صاحبه من قنينة شرابا فيشره، شكل (٦٩).
- ١٠ - جارية تخرج من خزانة كل زمان، وفي يدها قدر فيه شراب.

صنعة الفوارات^(١)

لعل فيلون البيزنطي هو أول من أورد في كتابه «الحيل الروحانية ومخانيقا الماء»^(٢) نموذجين للفوارات هما الحيلتان: أ ص (٦)، أ ص (٧).

هذا وقد أتى بنو موسى بن شاعر في: «كتاب الحيل» بثاني فوارات، كما جاء في كتاب «الجامع بين العلم والعمل، النافع في صناعة الحيل» لابن الرزاز الجزري ست فوارات، وفي كتاب «الطرق السنية في الآلات الروحانية» لابن معروف أربع فوارات نشر إليها جميعا بإيجاز فيما يأتي:

فوارات الماء في أعمال بني موسى الحيلة

- ٨٨ - عمل فوارة يفور الماء منها كهيئة السوسنة وإن أحببنا جعلنا الماء يفور منها كهيئة الترس.
- ٨٩ - عمل فوارة مركبة في بعض المواضع يفور منها الماء مدة من الزمان كهيئة الترس ثم ينقطع ذلك ويفور مثل تلك المدة من الزمان كهيئة القناة، ثم يعود أيضا يفور منها الماء على مثال شكل الترس، وكذلك لاتزال دهرها تتبدل.

(١) تعرف أيضا بالفوارات (Fountains)

(٢) راجع كتابنا: «أصول الحيل الهندسية في الترجمات العربية».

٩٠ - عمل فؤارة يفور منها الماء مرة على مثال شكل السوسنة ومرة مثل القناة ويكون عملها بالريح مادامت تهب وتعمل أيضا بجريّة الماء وتبدل .

٩١ - عمل فؤارتين مركبتين في رواق أو في بعض المواضع بالقرب من بعض الأنهار لايزال احدى الفؤارتين يفور منها الماء كهيئة الترس وتفور الأخرى كهيئة القناة . فاذا مضت ساعة ابتدلتا فخرج من فؤارة الترس مثل القناة ، وخرج من الذي كان يخرج مثل القناة مثل الترس . فاذا مضت ساعة أخرى عاد الأمر كما كان أولا وكذلك لايزالان يتبادلان طوال الدهر .

٩٢ - عمل فؤارة تبدل وتعمل مثل عمل الفؤارة الذي قدمنا وصنعناها بعمل آخر ، والفرق بينهما ان الحيلة التي يكون بها التبدل في هذه الفؤارة التي نحن واصفوها في داخلها وكانت في تلك خارجة منها .

٩٣ - عمل فؤارة تخرج ساعة قضيبا وساعة ترسا وحولها فؤارتين * صغيرتين * أو كم شئنا وتكون الفؤارة الكبيرة إذا فارت ترسا فارت الفؤارتين * اللتين * حولها قضيبا وإذا فارت الفؤارة الكبيرة قضيبا فارت الفؤارتين * التي * حولها أترسة وكذلك لايزال .

٩٤ - عمل فؤارتين يفور من أحدهما شبه القناة ومن الآخر شبه السوسنة مدة من الزمان ، ثم يتبادلان فيخرج من التي كانت تفور قناة سوسنة ومن التي كانت تفور قناة مقدار ذلك من الزمان ، ثم يتبادلان أيضا مقدار ذلك من الزمان ولا يزال على هذا مادام الماء ملصقا فيها .

من ملحق كتاب الحيل حيلة رقم

١ - عمل فؤارة تصعد الماء فوق طاق في بريخ أسرب ويحتال حتى يرتفع فوق سطحه بأي مقدار أردنا ولا يجوز أن يرتفع الماء إلا أن يكون متحركا بسطح الماء ي ه ، ونريد أن نرفعه الى سطح مط .

الفؤارات في أعمال الجزري

ترد الفؤارات التي تتبدل في أزمنة معلومة في النوع الرابع من أعمال الجزري ، ويبلغ عددها ست فؤارات نيينها فيما يأتي :

١ - فؤارة الكفتين ، تتبدل في كل زمان معلوم .

٢ - فؤارتا الكفتين ، وأنبوب بأربعة مخارج .

٣ - فؤارة العوامتين تتبدل .

٤ - فؤارتا العوامتين .

٥ - فؤارة الطرجهار ، تتبدل في كل زمان معلوم .

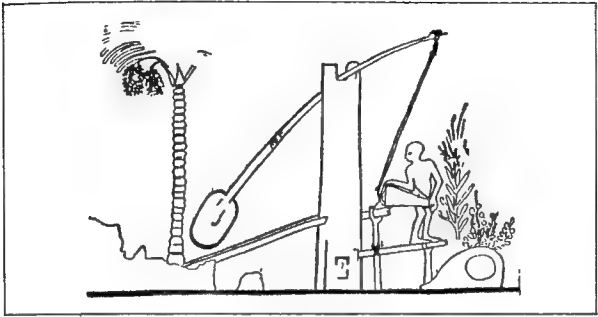
٦ - فؤارة الكفتين تتبدل في زمان معلوم .

* مكذا في الاصل المخطوط .



شكل (٦٩)

كأس الجور وكأس العدل - من أعمال الجزري - ومن نسخ فاروق بن عبد اللطيف الباقوتي المولوي في رمضان سنة ٧١٥هـ = ديسمبر ١٣١٥م بسوريا. (عن مخطوط قاعة فريزر للفن بواشنطن).



شكل (٧٠)

استخدام الشادوف في أعمال الري في مصر القديمة منذ حوالي ١٤٠٠ ق. م. ويعتمد تشغيله على مبدأ الرافعة (قوة يسيرة \times ذراع طويلة = قوة كبيرة \times ذراع قصيرة).



تابع شكل (٧٠)

رسم لشادوف على جدران أحد المقابر المصرية القديمة، ويرجع تاريخه الى حوالي سنة ١٤٠٠ قبل الميلاد.

الفوارات في أعمال ابن معروف

أورد تقي الدين محمد بن معروف في كتابه «الطرق السنية في الآلات الروحانية» (من القرن ١٠هـ = ١٦م) أربع فوارات نشر اليها بإيجاز فيما يأتي :

١ - «الأولى فوارة يبرز منها ثلاثة صولجانات متفرقة الى الثلاث جهات، وخيمة تحت الصولجان منفوشة في سائر جهاته . . .» .

٢ - «الفوارة الثانية كهذه غير أنها تتبدل، فتارة صولججة، وتارة خيمة . . .» .

٣ - «الفوارة الثالثة فوارتان متقابلتان، وكل واحدة منها تخرج منها شجرة وخيمة، لكن بحيث إنه اذا خرج من هذه الفوارة شجرة كانت خيمتها بطالة، وشجرة الفوارة المقابلة لها عمالة، وإذا خرج منها خيمة كانت شجرتها بطالة، وخيمة الفوارة المقابلة لها عمالة . . .» .

٤ - «الفوارة الرابعة خيمة دائمة وشجرة وصولجان في وسطها يتبدلان، فتارة يبرز هذا [وتارة] يبرز هذا . . .» .

٢، ٢٤ - آلات رفع الماء لجهة العلو

احتاج الانسان منذ القدم الى البحث عن الماء ورفع له ليوفر حاجته وحاجة أرضه وماشيتته من الماء، ولعل أقدم ترتيبات هذه الآلات هي : «الشادوف» الذي عرفه قدماء المصريين شكل (٧٠)، وظهر في نقوشهم، تابع شكل (٧٠)، والشادوف جهاز بسيط لا يعدو عن كونه رافعة تعتمد في تشغيلها على توازن الجرة مع ثقل المؤخرة، ولقد تتابع ظهور آلات أخرى للري نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر لولب أرشميدس، والمضخة الماصة الكابسة لفيلون البيزنطي وأخرى لهيرون السكندري، كذا الساقية وغيرها من دواليب الماء والترتيبات ذات القواديس، والآلات التي تعمل بالمستنات وبالسلاسل، ونذكر فيما يأتي بإيجاز التعاقب الزمني لدواليب رفع المياه.

التعاقب الزمني لدواليب رفع المياه

(ذات المستنات)

- ٣٠٠ (ق.م.) : أرشميدس يخترع لولب رفع المياه.

- ٢٠٠ (ق.م.) : فيلون يتم بميكنة الري بمصر.

الميلاد : رسم لماكينه رفع المياه (تايبوت) في الاسكندرية.

بقايا أثرية لنظام ساقية في تونة الجبل بمصر، وهي آثار جيدة الحفظ.

فيتروفيوس (Vitruvius) الروماني يصف عدة آلات لرفع الماء.

+ ١٠٠م : هيرون السكندري (Heron or Hero) أو إيرن الكبير

يقوم بدراسة موسعة للمستنات.

ورق بردى إغريقي يصف عدة سواق تديرها ثيران .	م٢٠٠+
ورق بردى إغريقي يذكر ثيراناً لأعمال الري .	م٣٠٠+
ورق بردى إغريقي يحتوي على حسابات ضبعة تشير الى الساقية .	
قواديس لدواليب الماء تحمل تواريثاً .	م٤٠٠+
بقايا نظام ساقية في أبي مينا بمصر .	م٥٠٠+
ورق بردى إغريقي يذكر دولابا ذا ٣٦ نتوءا أو سناً .	
أوراق بردى إغريقية تشتمل على سواق .	م٦٠٠+
بقايا نظام ساقية في أبي مينا بمصر .	
أوراق بردى إغريقية تحكي عن المسنن الصغين .	م٧٠٠+
ورقة بردى قبطية تشير الى دولاب ذي أربعين سناً أو نتوءاً .	
يعقوب بن اسحق الكندي (١٨٥ - ٢٥٢هـ) = (٨٠١ - ٨٦٧م)	م٨٠٠+
يتحدث عن سواق ذات خزانات بمصر .	
بقايا نظام ساقية في قُصير العمري .	
البلاندي صاحب «فتح البلدان» (ت: ٢٧٩هـ = ٨٩٢م)	م٩٠٠+
يصف دولاب ماء ربا في العراق في ورقة بردى عربية .	
أسطورة قبطية تذكر ساقية في الاسكندرية .	
ورقة بردى عربية تشير الى ساقية .	م١٠٠٠+
منمنمة من بغداد - رسم إنشائي ممتاز لدولاب ماء .	م١١٠٠+
ابن سيده صاحب «المخصص» (ت: ٤٥٨هـ = ١٠٦٥م) يصف الساقية .	
اسماعيل بن الرزاز الجزري (ت: ٦٠٣هـ = ١٢٠٦م) يؤلف كتابه الموسوم :	م١٢٠٠+
«كتاب في معرفة الحيل الهندسية» ، أو كتاب «الجامع بين العلم والعمل ،	
النافع في صناعة الحيل» ، ويشتمل على العديد	
من الدواليب والمسنتات والآليات المختلفة .	
ابن العروم صاحب «الفلاحة الأندلسية» (ت: نحو ٥٨٠هـ = ١١٨٥م) .	
يصف دولاب ماء في اسبانيا .	
قواديس لدواليب ماء اسبانية وسورية ذات جانبية واحدة .	م١٣٠٠+
القلعة حُجُب يوسف في القاهرة .	م١٤٠٠+
جوانيلو توريانو (Juanelo Turriano) يأتي بدولابي ماء في مخطوطته .	م١٥٠٠+

جاكوبو ماريانو (Jacopo Mariano) يقدم رسماً

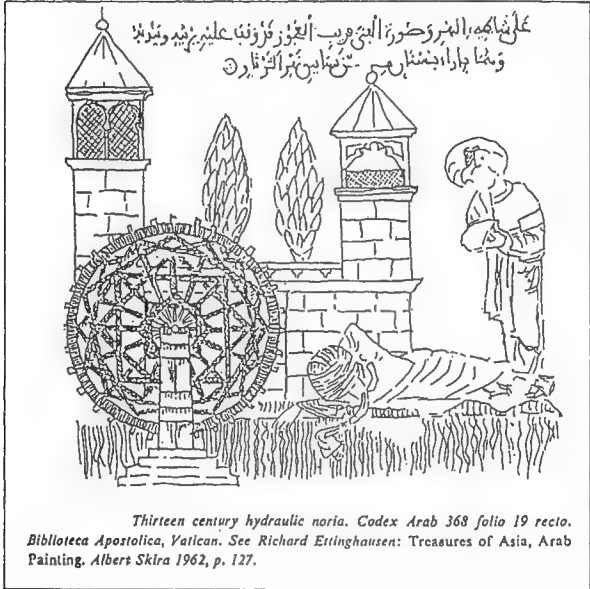
جيداً للدولاب ماء يعمل في الداخل .

: دولاب ماء في إيطاليا .

منمنمات فارسية بها رسوم لدولاب ماء

جيورجوس أجريكولا (Georgius Agricola) يذكر بعض دولاب ماء تخيلية .

١٦٠٠ م



شكل (٧١)

رسم لناورة (Noria) في المخطوطات العربية، يرجع تاريخه الى القرن ٧ هـ = ١٣ م.

(عن مخطوطات مكتبة الفاتيكان - رقم: عربي ٣٦٨).

بعض إنجازات العرب والمسلمين في صناعة آلات رفع الماء لجهة العلو

أولى العرب والمسلمون عناية خاصة لترتيبات إصعاد الماء لأغراض الشرب والري، ومن هؤلاء المهندسين نخص بالذكر بديع الزمان اسماعيل بن الرزاز الجزري (من القرن ٦هـ = ١٢م) صاحب كتاب «الجامع بين العلم والعمل، النافع في صناعة الحيل»، كذا تقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي (القرن ١٠هـ = ١٦م) صاحب كتاب «الطرق السنية في الآلات الروحانية».

وتضم أعمال الجزري في هذا المجال عدة آليات منها:

- ١ - ترتيبية رفع الماء بالمغرفة الغامسة (الأشكال ٧٢ - ٧٤).
 - ٢ - ترتيبية رفع الماء باستعمال أربع مغارف غامسة تعمل بطريقة تعاقبية، وذلك لتحقيق الحد الأقصى من رفع الماء في الدورة الواحدة (الأشكال ٧٢، ٧٥ - ٧٧).
 - ٣ - ترتيبية لاصعاد الماء باستعمال زنجر (سلسلة) يحمل دلاء (الأشكال ٧٨ - ٨٠).
 - ٤ - ترتيبية لرفع الماء بواسطة مغرفة متأرجحة (شكل ٨١، ٨٢).
 - ٥ - مضخة الأسطوانتين المتعاكستين (Opposed Cylinders) (شكل ٨٣، ٨٤)، وفيها ترتيبية ذراع متأرجح ومُزحل عن المركز (Offset Peg) يجرى في شقب مشغل في عجلة مسننة، حيث يحول الحركة الدورانية إلى حركة خطية ترددية على وجه التقريب، أما عملية الإدارة ذاتها فإنها تتم عن طريق دولاب ماء من النوع الدفعي ذي المجاديف أو المصدمات أو الأجنحة (Paddle Wheel).
- هذا وقد أورد تقي الدين بن معروف مجموعة من الآليات لرفع الماء لجهة العلو نشر إليها هنا بإيجاز:

- ١ - مضخة الأسطوانتين المتقابلتين (شكل ٨٥)، وقد سبقه إليها الجزري (راجع شكل ٨٣، ٨٤).
 - ٢ - مضخة حلزونية كتلك التي تنسب إلى أرشميدس، بيد أنها تدار هنا بواسطة دولاب دفع مائي عن طريق زوج من المسننات، (شكل ٨٦).
 - ٣ - مضخة الحبل ذي اكر القماش (شكل ٨٧)، وتشبه - في عملها - عمل مضخة الجزري ذات الزنجير والدلاء (الأشكال ٧٢، ٧٨ - ٨٠).
 - ٤ - مضخة ذات ست أسطوانات تدار بواسطة دولاب دفع مائي، (شكل ٨٨).
- ونعرض فيما يلي لهذه الترتيبات جميعها بشيء من التفصيل.

آلات رفع الماء في أعمال الجزري

أورد الجزري تحت النوع الخامس من الحيل الهندسية مجموع آلات شكل (٧٢) ترفع ماء من غمرة ووير ليست بعميقة ونهر جار، ويتكون هذا المجموع من خمس آلات هي:

١ - آلة ترفع ماء من غمرة الى مكان مرتفع بدابة تدير سَهاً، شكلاً (٧٣) و(٧٤)

وتعتمد طريقة عمل هذه الآلة على إدارة مغرفة (مغموس طرفها في الماء) لربع دورة، حيث تفرغ محتواها من الماء الذي رفعته عند منسوب محور إدارتها، ويتطلب ذلك استخدام عجلة ذات أسنان مشغلة حول ربع محيطها فحسب، سعيًا لأحداث حركة المغرفة من الوضع الرأسي الى الوضع الأفقي. هذا ويجري نقل الحركة (وبالتالي القدرة) من المحور الأفقي الى العمود (السهم) الرأسي الذي تديره الدابة، وذلك بواسطة زوج من العجلات المسننة (مبين الى اليمين في الشكل).

وبلانتها تعاشق المسننة الجزئية مع مسننة عمود المغرفة، تهوي المغرفة، وتنغمس في الماء استعداداً للدورة التالية.

ولعل هذه هي المرة الأولى التي يستعمل فيها مسنن جزئي (Segmental Gear) في الهندسة الميكانيكية.

٢ - آلة ترفع الماء من غمرة أو يبر بدابة تديرها

لم يفت الجزري أن يلحظ أن الآلة السابقة تعطي رفعاً للماء خلال ربع دورة فقط، فإذا ما أمكن زيادة عدد المغارف مع زيادة عدد المسننات الجزئية وتعاقبها بشكل دوري لأمكن (زيادة مغرفة أخرى، ومغرفتين وثلاث - على حد قول الجزري) مع الاستفادة القصوى من هذه الآلة بتدوير أربع مغارف تعمل بطريقة متعاقبة: مغرفة لكل ربع دورة، الأشكال (٧٥) الى (٧٧).

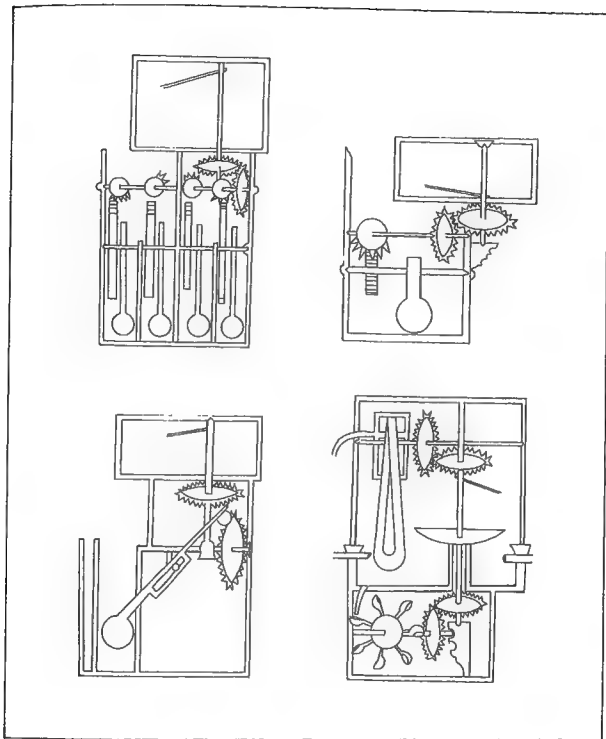
٣ - آلة رفع الماء باستعمال زنجر ودلاء

تعتمد عملية رفع الماء في هذه الآلة على الاستعانة بزنجر طويل موصول الطرفين بحمل دلاء ويمر على دواب قصفي يحركه عمود مستعرض متصل - بزواج من المسننات - مع العمود الرأسي الذي تديره الدابة، الأشكال (٧٨) - (٨٠).

ويضم الجهاز ترتيباً بديلاً لاستخدام الدابة المسخرة في الإدارة، وذلك بتشغيل تربينة (عنفة) دفعية مبيتة في أسفل الآلة، حيث تدير التربينة العمود (السهم) الرأسي بواسطة زوج من المسننات تماماً كما هو الحال في الحيلة السابقة شكل (٧٨)، وعلى ذلك تنتقل الحركة (وبالتالي القدرة) الى العمود الأفقي العلوي الذي يدير دواب الزنجر لتصعد الدلاء بالماء الى مستوى العمود الأفقي.

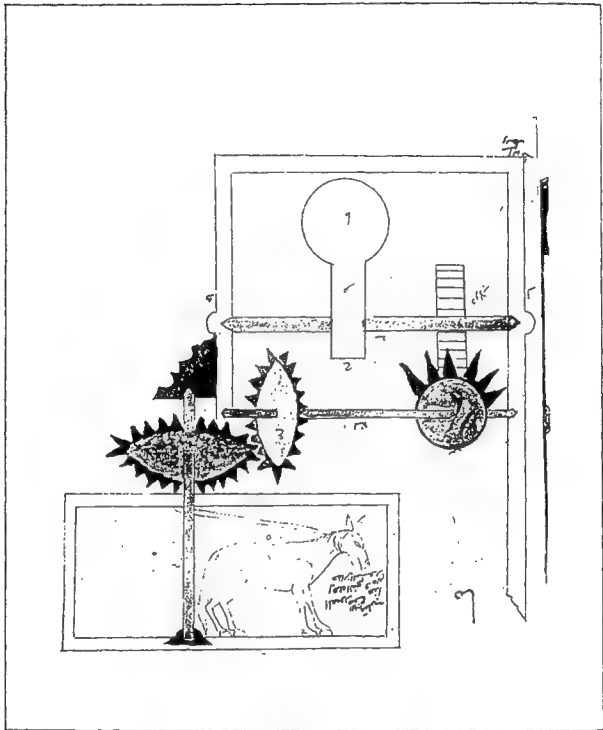
٤ - آلة إخراج الماء بالمغرفة المتأرجحة

هي آلة لرفع الماء بواسطة مغرفة متأرجحة منغمسة في ماء البئر، وذلك بواسطة وتد يتحرك داخل خرق (شق) مشغل بساق المغرفة، يتحرك حركة دورانية حول العمود المستعرض الذي ينتهي طرفه الأيمن بدواب مسنن رأسي، يتعاشق مع الدواب المسنن الأفقي والمركب على المحور (السهم) الرأسي الذي تديره الدابة المسخرة.



شكل (٧٢)

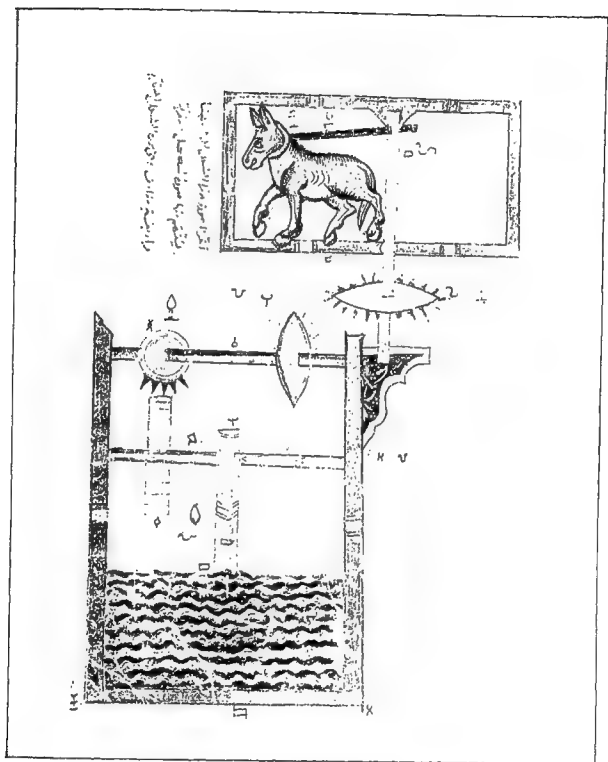
رسم تخطيطي لمجموعة من آلات رفع الماء الى جهة العلو - من أعمال الجزري .
(ملحوظة : الدابة التي تدير الآلة ليست مبيّنة في الشكل).



شكل (٧٣)

آلة لرفع المياه بواسطة المفرقة الفاسية التي تديرها مستنة جزئية تحمل المفرقة ترتفع لربع دورة فقط، تحيط بمدنها لخلو العجلة المديرة من الأسنان لثلاثة أرباع المحيط - من أصبال الجزري.

يلاحظ خطأ التاسع في رسم الدابة مقلوبة. (عن متحف التروبوليتان للفن - مخطوط ١٣١٥).



شكل (٧٤)
 آلة المفرقة الغاسية لرفع الماء إلى جهة العلو - من أحوال الجزري.
 (عن متحف المتروبوليتان للفن - المخطوط رقم : ١٣١٥).

فبإصعاد كفة المغرفة عن موازنة الأفق يسري الماء من الكفة الى ذنب المغرفة متجها الى الخارج جاهزا للاستعمال . وبخفض الكفة كنتيجة حتمية للحركة الدورانية للوند داخل الحرق (الشقب) تعود المغرفة الى الانغماس في ماء البئر لتبدأ دورة جديدة، شكلا (٨١)، (٨٢).

وجدير بالذكر أن الوند الذي يتحرك في حرق المغرفة يقوم بأداء عمل رائد يشبه سلوك المرفق (Crank)، أو الحذبة (Cam) أو اللامتركز (Eccentric)، في الآليات المعاصرة.

٥ - آلة سحب وضخ الماء في أسطوانتين متعاكستين

(Pump with opposed cylinders)

وهذه آلة قصد منها تحويل الحركة الدورانية (Rotary Motion) الناتجة عن دفع الماء للدولاب ذي أجنحة (Paddle Wheel) الى حركة ترددية خطية (Linear Reciprocating Motion) يجري بها تشغيل كابسِين (Pistons) في أسطوانتين (زراقتين) متقابلتين أو متعاكستين وذلك بواسطة ذراع متأرجح ذي حرق، يتحرك فيه وند منتصب مركب على دولاب مسنن ليدور بدورانه، وتنتهي كل من الزراقتين (الأسطوانتين) بأنبوب سحب (مص) وأنبوب دفع (كبس)، ينظم الحركة فيها صهلمان ردادان، شكلا (٨٣) و(٨٤).

ويجري العمل في هذه المضخة على الوجه الآتي :

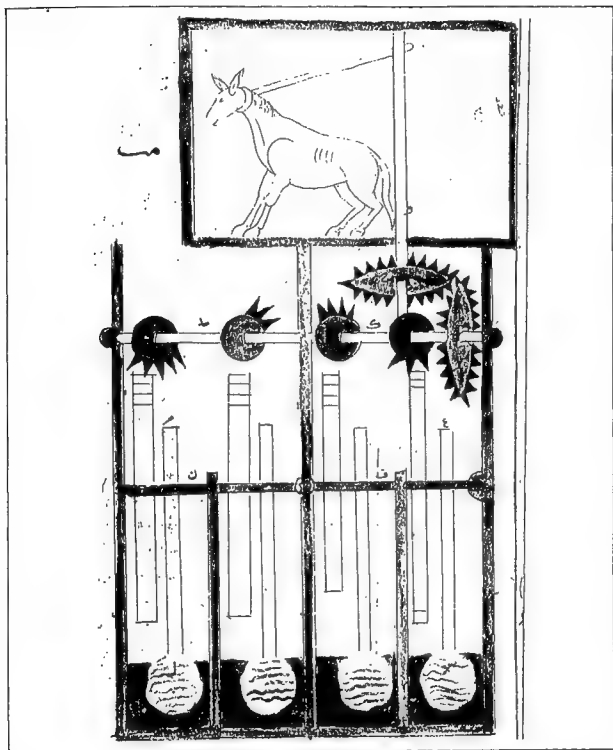
تدفع المياه الدولاب ذا الكفات ليدير المحور الأفقي الذي يحمل عجلة مسننة تقوم بدورها بإدارة المسنن السفلي الذي يعمل - قريبا من حافته - الوند المنتصب الذي يدخل في حرق (شقب) الذراع المتأرجح حول مركز تثبيتته في أسفل الآلة، ويتصل الذراع المتأرجح بقضبيي الكابسِين المتقابلين ليقوم بعملية سحب (مص) في إحدى الأسطوانتين بينما يقوم بعملية دفع (كبس) في الأسطوانة الأخرى، وبذلك يحصل على دفعتين من الماء في كل دورة كاملة للمسنن الحامل للوند المنتصب.

وحرى بنا أن نشر هنا الى أن الجزري تنبه تماما لمشكلة التسرب (Leakage) عبر الكابسِين (Piston) ، فرتّب أول مانع للتسرب، ويتمثل في لف خيط من القنب مشبع بالشحم على السطح الأسطوانتي لكل كابس حتى يقوم بمنع التسرب دون زيادة معاقبة الحركة لوجود الشحم، وبذلك يكون الجزري قد حاز قصب السبق في إدخال مانعات التسرب (Seals) في الآلات.

الوقاية من فعل الماء

أدرك الجزري تمام الإدراك أهمية حماية أسطح المعادن من تأثير الماء والبيئة، وذلك بتغطيتها بأصباغ معجونة بالدهن، وفي هذا الصدد يقول الجزري في كتابه «الجامع بين العلم والعمل»، النافع في صناعة الحيل» (الشكل الثالث من النوع الخامس):

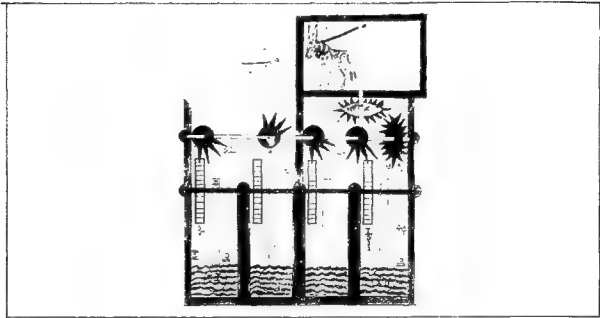
«... وعند تحرير ما وصفته تصبغ الدواليب والمحاور والكيزان والسواقي وجميع ما اتخذ من النحاس



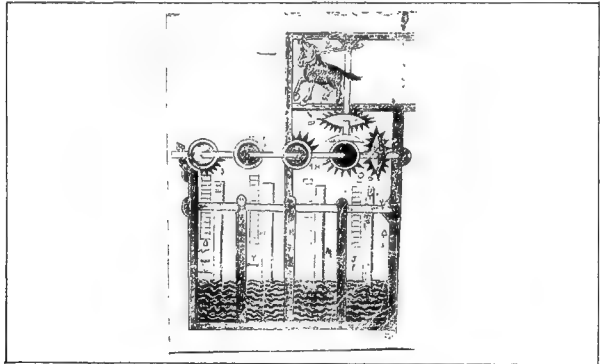
شكل (٧٥)

آلة المفاريف الفلاسفة الأربعة - من أعمال الجزري.

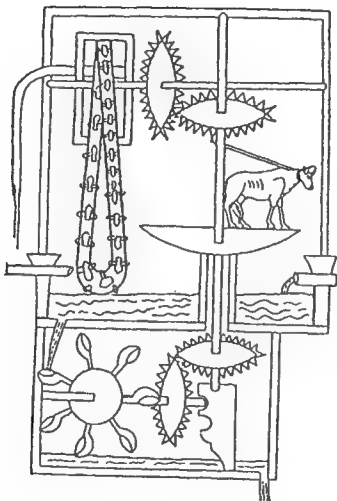
(عن مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - مجموعة جريفرز، رقم ٢٧).



شكل (٧٦)
آلة المغارف الفاسية الأربع - من أعمال الجزري.
(عن متحف الفنون الجميلة - بوسطن).

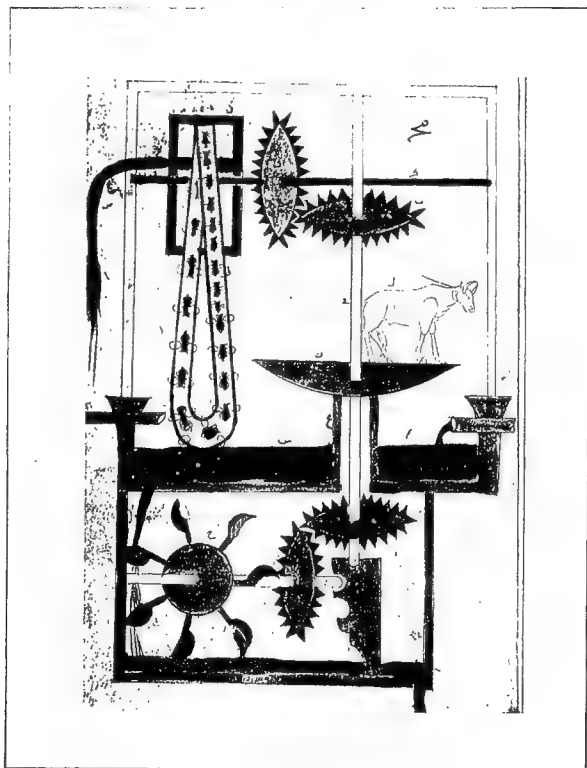


شكل (٧٧)
آلة المغارف الفاسية الأربع - من أعمال الجزري.
(عن متحف المتروبوليتان للفنون).



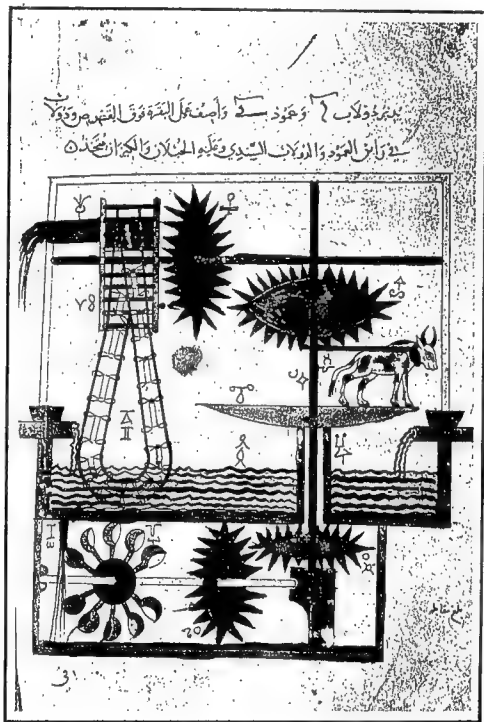
شكل (٧٨)

آلة الرنجير والملاء لآخراج الماء الى جهة الملو - من أعمال الجزري.
(يلاحظ تجهيز الآلة بتربينة أو عنفة دفعية في أسفل الشكل كمصدر بدليل عن الدابة لإدارة الآلة).



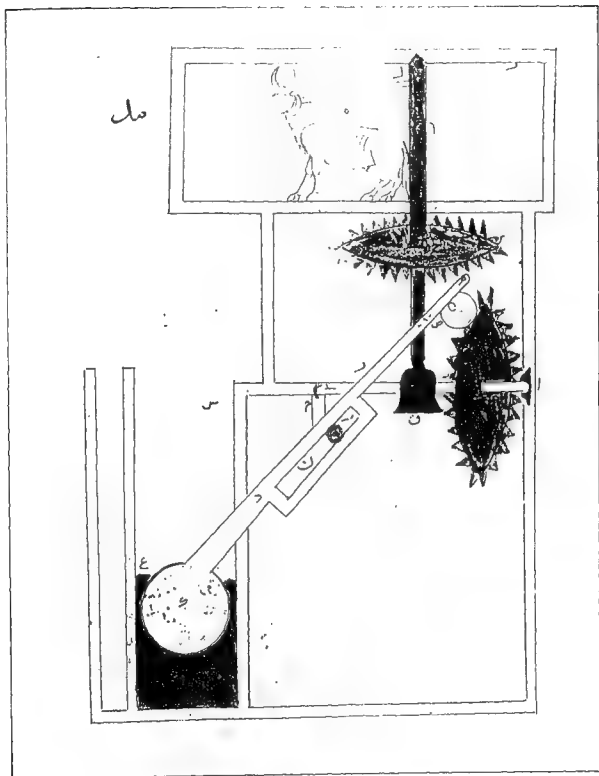
شكل (٧٩)

آلة رفع الماء الى جهة العلو باستخدام رتجير ودلاء - من أعمال الجزري .
 (عن مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - مجموعة جريفز رقم ٢٧) .



شكل (٨٠)

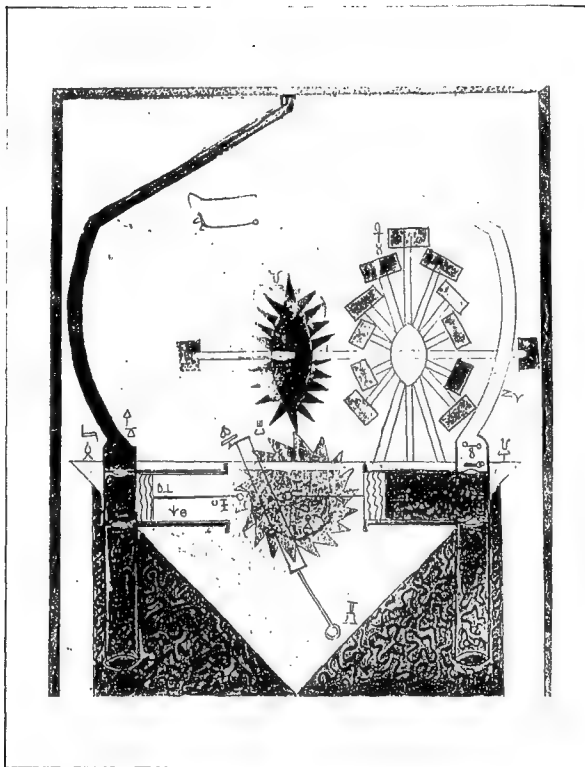
آلة الرنجير والدلاء حيث تتم الادارة إما بواسطة دابة ، أو بواسطة تربينة (عنفة) دفعية عند الركن السفلي الأيسر - من أفعال الجزري .



شكل (٨٢)

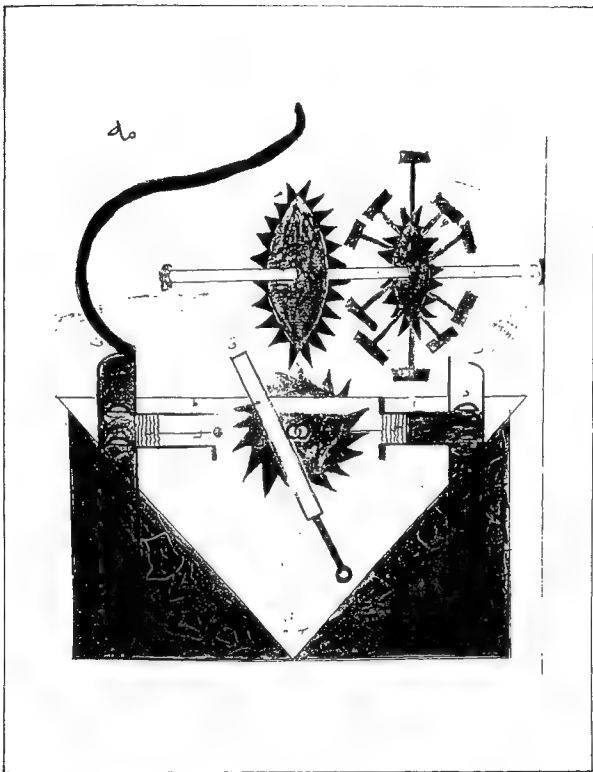
آلة إخراج الماء بالمغرفة المتارجحة (من أحيال الجزري).

(عن مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - مجموعة جريفيز، رقم ٢٧ : Greaves - 27).



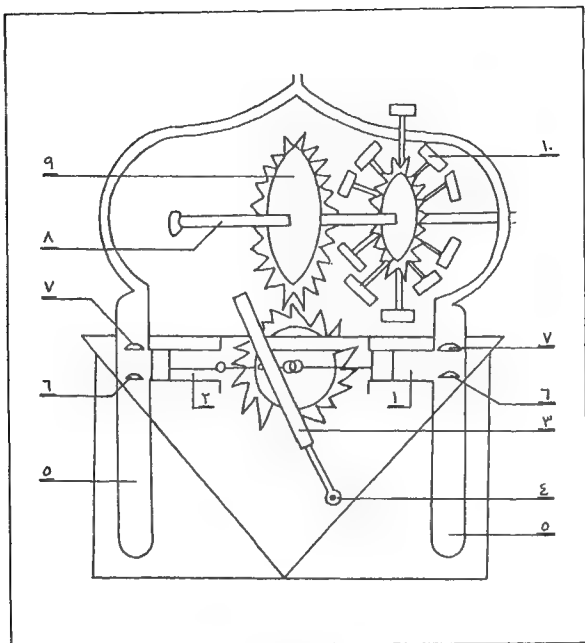
شكل (٨٣)

آلة الأسطوانتين المتعاكستين حيث تحول الحركة الدورانية الى حركة خطية ترددية ، ويتم الادارة بدولاب ذي مجاديف أو مصدات .
(عن متحف فوج Fogg للفن بجامعة هارفارد).



شكل (٨٤)

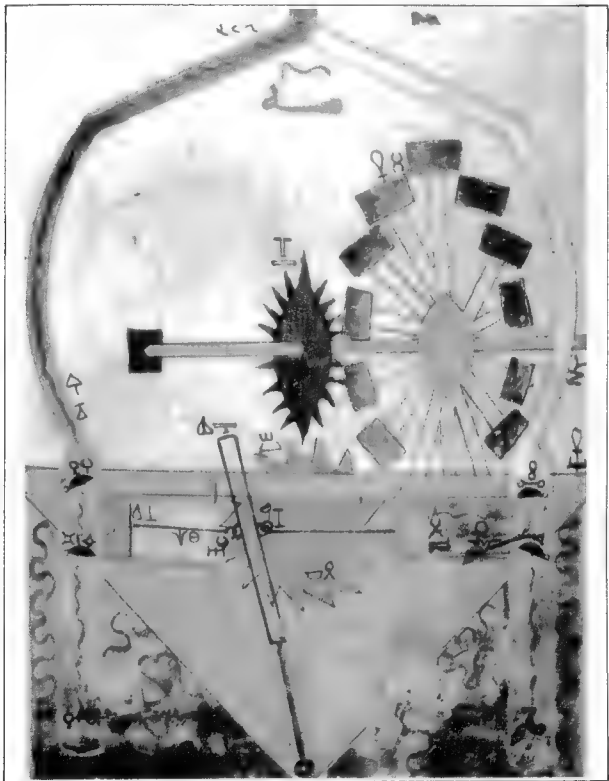
آلة الأسطوانتين المتعاكستين لرفع الماء الى جهة العلو - من أحيال الجزري.
(عن مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - مجموعة جريفرز - رقم ٢٧).



تابع شكلي (٨٣)، (٨٤).
شرح بيان المكونات

- ٦ - صهبا الدخول للأسطوانتين (صهبا السحب أو المص).
- ٧ - صهبا الخرج للأسطوانتين (صهبا الطرد).
- ٨ - عمود إدلاق.
- ٩ - دولاب ذو مستنات (دادنجات).
- ١٠ - دولاب ماء دفعي ذو مجاذيف أو مصدات:
(Impulse Turbine) Paddle Wheel

- ١ - الأسطوانة اليمنى.
- ٢ - الأسطوانة اليسرى.
- ٣ - الذراع المتأرجح.
- ٤ - مرتكز الذراع المتأرجح.
- ٥ - أنبوبا الدخول للأسطوانتين.
- (١)، (٢).



(تابع شكلي ٨٣ ، ٨٤)
من أفعال الجزري
آلة رفع الماء بواسطة توربينة الأسطوانتين المتعاكستين .

وغيره بألوان الأصباغ معجونة بدهن بذر الكتان الخالص مسحوقه به على الصلاليا، فإن الماء لا يؤثر فيه، ولا يغيره إلا في زمان طويل . . .

ولقد عرفت عملية وقاية الأسطح الملامسة للماء بعملية الرصاصة أو البياضة (Tinning)، وذلك عند استعمال كساء من الرصاص أو من القصدير على التوالي.

آلات رفع الماء عند ابن معروف

أورد تقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي (القرن ١٠هـ = ١٦م) في كتابه الموسوم: «الطرق السنينة في الآلات الروحانية» أربع ترتيبات لاصعاد الماء تناولها ببعض التفصيل فيما يأتي:

١ - المضخة ذات الأسطوانتين المتقابلتين

(Pump with Opposed Cylinders)

يبين شكل (٨٥) رسماً تخطيطياً لهذه المضخة، حيث نجد أنه لا يقدم جديداً على ما جاء في مضخة الجزري (راجع الشكلين ٨٣، ٨٤)، إذ أن مضخة ابن معروف تتركب أيضاً من دولاب مسنن مثبت به وتد لا متمركز يتحرك في شقب بالمعجلة المسننة، محدثاً حركة تارجحية للذراع متصل بمنتصف سهم الأسطوانتين المتعاكستين ليتحرك حركة خطية ترددية، ويتلقى الدولاب المسنن حركته من سنن مركب على عمود يديره دولاب ماء دفعي ذو كفات (Scoop Wheel).

٢ - المضخة الحلزونية (Screw Pump)

وهنا يقدم ابن معروف أول وصف - في الكتابات العربية - للمضخة الحلزونية، شكل (٨٦)، ويجري ترتيب جسم المضخة على غرار مضخة أرشميدس، إلا أن اللولب يدار - عن طريق زوج من المسننات - بواسطة دولاب ماء دفعي ذي كفات (Scoop Wheel).

٣ - مضخة الحبل ذي أكر القماش

مرة ثانية يسوق ابن معروف أول وصف لمضخة الحبل ذي أكر القماش، وهي مضخة تصلح بصفة خاصة للأعماق الكبيرة، حيث تمر أكر من القماش بأسلوب محكم داخل أنبوب عمودي، وذلك من أسفل إلى أعلى، وهذه الأكر مثبتة في حبل أو زنجر على مسافات منتظمة، وتعمل الأكر عند مرورها داخل الأنبوب عمل الكابس (Piston) في المضخة الترددية، حيث تسحب الأكر الماء وتدفعه أمامها في جوف القصبه، شكل (٨٧).

٤ - المضخة ذات الأسطوانات الست

مرة أخرى يورد ابن معروف أول وصف لمضخة تضم ست قصبات (أي أسطوانات) تعمل بطريقة ترددية تعاقبية (أي الواحدة تلو الأخرى)، وتجري إدارة الأسطوانات بواسطة عمود ينتهي بدولاب مائي دفعي ذي كفات (Scoop Wheel)، شكل (٨٨).

ويذكر المؤلف أنه لا يشترط تشغيل القصبات الست في وقت واحد، وإنما يمكن التشغيل بقصبة واحدة، إلا أن الأولى - على حد قوله - ألا يجري تشغيل المضخة بأقل من ثلاث قصبات أو من قصبتين، شكل (٨٨).

ولعل هذه المضخة هي الأولى من نوعها التي تعمل بعدد من الأسطوانات مرتبة في صف واحد (In-Line Cylinders).

٢٥، ٢ - صنعة الآلات المحركة

طرق مهندسو الحضارة الإسلامية بشدة باب توليد الحركة (ومن ثم توليد القدرة) من مساقط المياه كذا من تيارات الهواء، فخططوا وصنعوا دواليب الماء، وطواحين الهواء. دواليب الماء

في هذه الدواليب يمكن التمييز بين نوعين هما الدواليب الدفعية، والدواليب رد الفعلية، جدول (١٩).

أولاً: دواليب الماء الدفعية (Impulse Turbines)
(عنقات أو تربينات دفعية)

- وهي دواليب تعتمد في عملها على الصدم المباشر لتيار الماء، وقد وقف المسلمون على نوعين منها هما:
- ١ - الدواليب ذات الكفات أو ذات المغارف (Scoop Wheels) كالدواليب الواردة في الأشكال (٧٨) إلى (٨٠)، (٨٥)، (٨٦)، (٨٨) - (٩٦).
 - ٢ - الدواليب ذات المجاديف أو المصدات (Paddle Wheels) كالدولابين المبينين في شكلي (٨٣)، (٨٤).

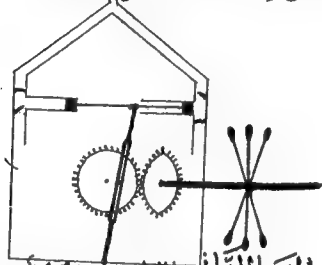
ثانياً: دواليب الماء رد الفعلية

وتعمل هذه الدواليب بتأثير رد فعل حركة الماء بين فرجات مُحَرَّقة (Vanes) أو ريشات (Blades) أو أجنحة مُورَّبة، حيث يؤدي التغير في اتجاه مسار الماء بين الفرجات أو الريشات أو الأجنحة الموربة إلى إدارة الدولاب، وهذا ما يعرف بتوليد القدرة بالتربينات (العنقات) التي تعمل على مبدأ رد الفعل (Reaction-Type Turbines)، ويعرف هذا النوع من الدواليب أيضاً بالدواليب ذات الفراشات.

هذا ويبين شكل (٩٨) أول رسم لما نعرفه اليوم بالتربيننة (أو العنقة) رد الفعلية، حيث يسوق الجزري ضرين لهذا النوع من الدواليب هما:

- ١ - الدواليب ذات الفرجات المُحَرَّقة أو المورَّبة (Vanes).
- ٢ - الدواليب ذات الأجنحة أو الريشات الموربة (Blades).

وثبت طرفه في نصف القطر المقابل لوزن ثبث يتحرك بمئة وربع
وثبت طرفه الآخر في مركز السهمين وسريرنا في سطحه داخل في
شغل السهم الطويل حيث انه اذا دار دون كامله تحرك السهم بمئة
ويشتر في تحرك السهمان داخل خارجا فيهم الماء حتى يسكب
المحور الذي اعدت له وهذه صورة ذلك جميعه

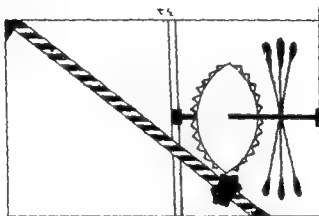


الفصل الثاني في آلة أخرى وهي سهم يحرك
طرفه في الماء وطرفه في جهة العلو ما لم يركب في أسفله فوق الماء
فحور دراع دولاب صغير كالمدند النجدة ومركب على هذه الآلة
دولاب كبير بحيث انه اذا دار دورة دار السهم عشرة مرات في الساعة

البر

شكل (٨٥)

المضخة ذات الأسطوانتين المتقابلتين - من أعمال تقي الدين ابن معروف .
(عن مخطوط مكتبة شستر بيتي بديلن - رقم : ٥٢٣٧ ، صفحة ٣٢) .
(سبق اليها بديع الزمان الجزري) .



الفصل الثالث في آلة أخرى وهي سهم طويل يحور في قعر
في الماء فله شبر منه وفوقه سهم معتز من مركب في عضادتين
متقابلتين يحور بين من الحديد موصولة وفي طرفه ذلك السهم
دولاب تقضي فوق القصبية ودولاب آخر في طرفه الآخر سهم
قائم له محوران في طرفيه أحدهما في قعر الأرض والآخر في قطب
في رأس العضادة في جناح ما رز منه وهذا السهم مغمور وفيه
يد طويلة قائمة على سطحه لأجل الإذانة ثم عمل دولاب آخر قصيرا
ونضعه على محور في بيتين تحنا القصبية في جوف الماء ثم نأخذ حبل
من اللين رقيقا وندخله من جوف القصبية ونعطفه على الدولاب
القصيرين ونصل طرفه الواجد بالطرف الآخر بحيث لا يكون

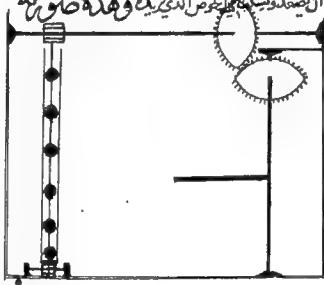
سهم
مغمور
في
الماء

مشدودا

شكل (٨٦)

المضخة الحارونية التي تدار بدولاب مائي - من أعمال تقي الدين بن معروف .
(عن مخطوط مكتبة شستر بيتي بديلن - رقم : ٥٢٣٢ ، صفحة ٣٤) .

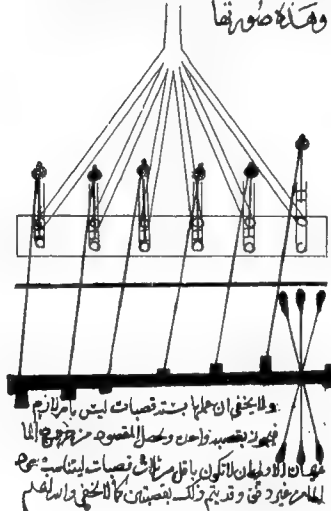
مستند واولاً من غيراً فوق القدر المطلوب ثم تربط عليه اكر من
 القماش بين كل اكرتين قدر شبر وتكون الاكر محكمة الترسبط
 والحياطة على الحبل وكل اكر عظمي قدر وسط السهم ثمشي فيه بولة
 من غير خملل بينهما وبينه فاذا ادرت هذه اليد حركة ادى او
 بربط حيوان في اوب اسلط ويكون موضع اليد حيث يد ولا ب
 طاحون الماء ادارت الدولاب الذي في اعلا السهم القاسم
 فاذا ر دولاب السهم الاعلى التام ند ادر حركته الدولاب القصي
 فحلب حبل الاكر من حروف القصبة فانهدب الماء وتخلل الاكر الى
 ان يصعد ويسكن في الحوض الذي فيه وهذه الصورة



شكل (٨٧)

مضخة الحبل ذي اكر القماش - من احوال تقي الدين بن معروف .
 (عن خطوط مكتبة شستر بيتي بدبلن - رقم : ٥٢٣٢ ، صفحة ٣٥).

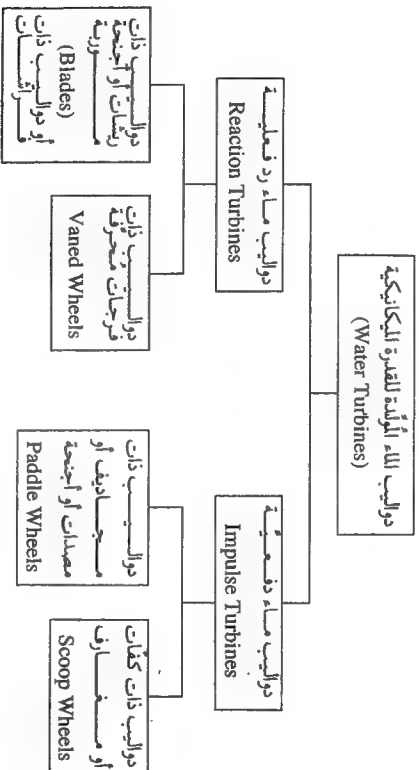
واحدة وعظمت منسبة فغلقت الاخرى فينتايع خروج الماء من
 القنينة المشتركة وهو من الطرائق المحمدية بل في اضبط من كل استعمل من الطرائق
 وهذه صورتها



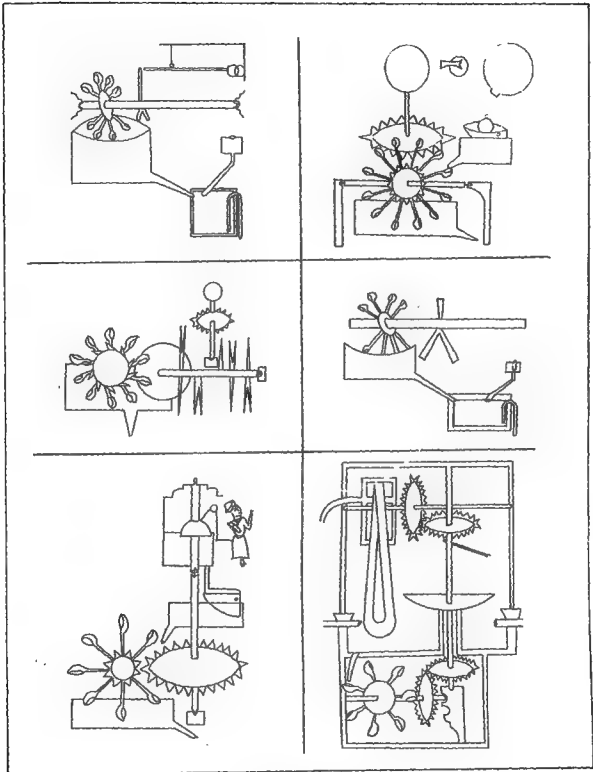
بديلي

شكل (٨٨)

المضخة ذات الأسطوانات الست - من أعمال تقي الدين بن معروف .
 (عن مخطوط مكتبة شستر يتيقي بديلين - رقم : ٥٢٣٢ ، صفحة ٣٨).

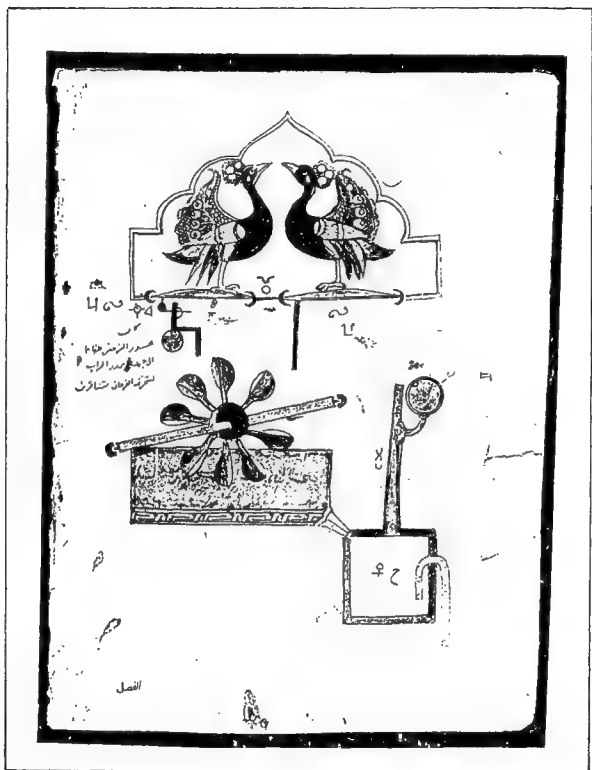


جدول رقم (٩)
تصنيف دواليب الماء المولدة للطاقة الميكانيكية والتي كانت معروفة عموماً في الحضارة الإسلامية

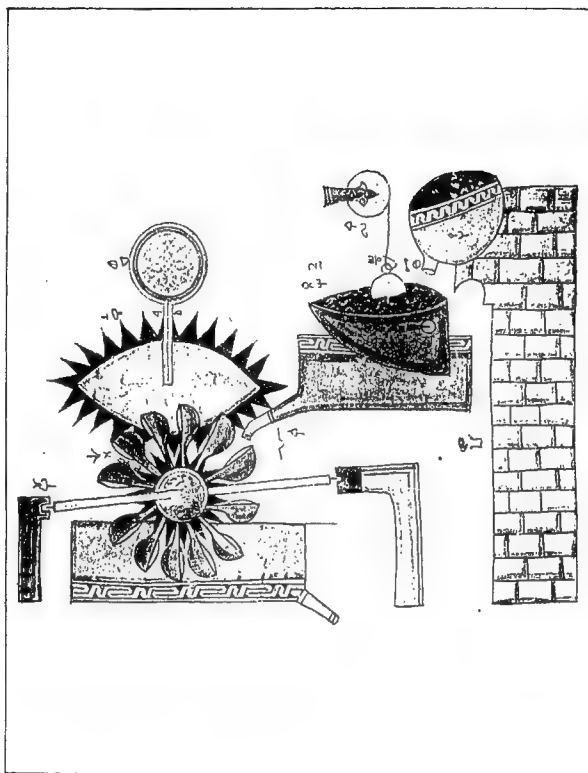


شكل (٨٩)

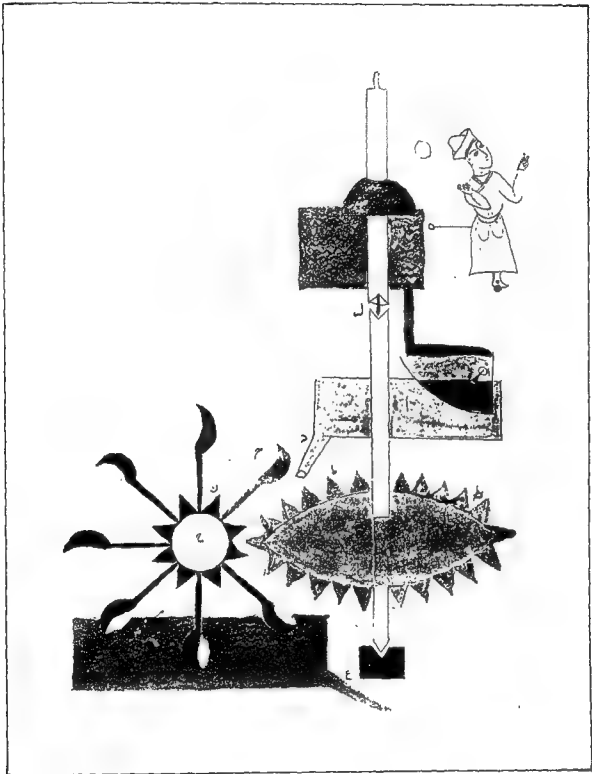
توليد الحركة (ومن ثم القدرة) ونقلها بالمستندات (الدانجات) والأعمدة (الأسهم) - من أحيال يدعي الزمان الجزري، ويلاحظ أن القدرة مولدة من دواليب ذات كفات أو مغارف.



شكل (٩٠)
 دولاب ماء دفعي ذو كفات (Scoop Wheel) كما ورد في ساعة الطواويس للمجزي (عن متحف المتروبوليتان للفن
 . (Metropolitan Museum of Art)

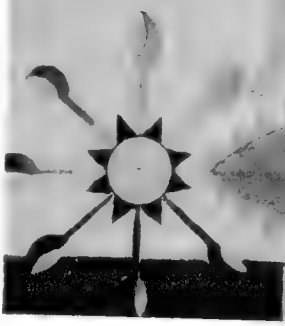


شكل (٩٢)
الدولاب ذو الكفات كما ورد في ساعة الطواويس للجزري.

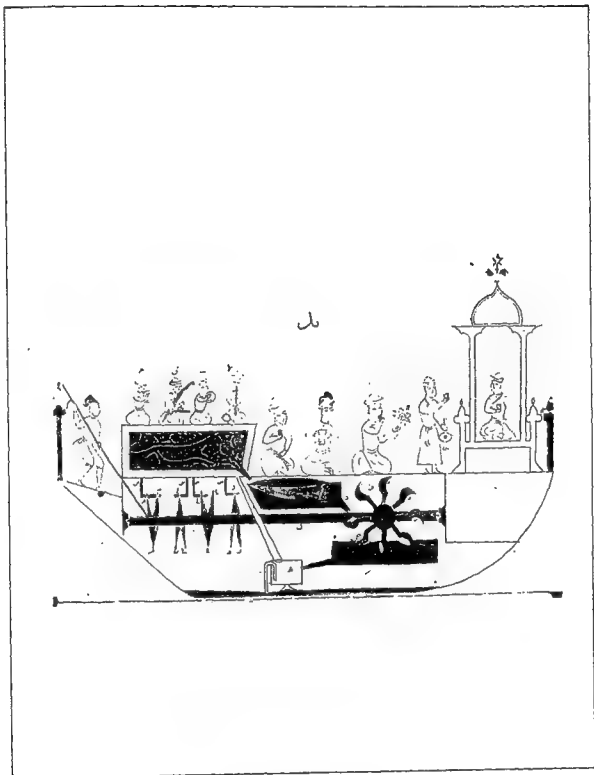


شكل (٩٣)
 ترتيب لتقديم الشراب بطريقة آلية يديرها دولاب ذو كفّات (الفصل الرابع من الشكل الثالث من النوع الثاني من أمهال الجزري).

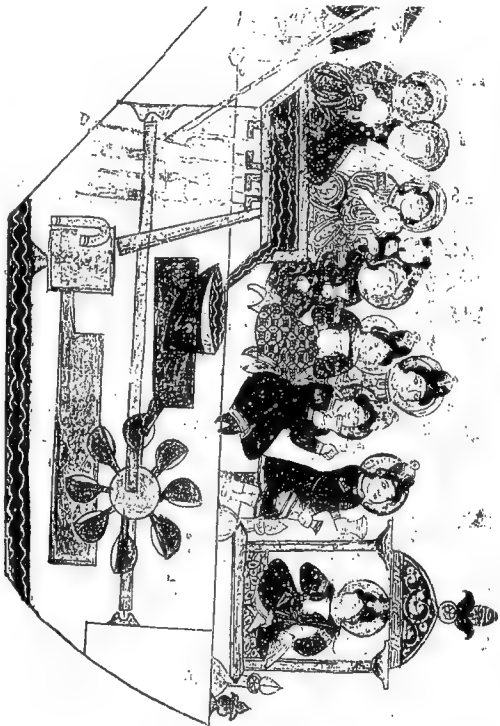
الصغير وعليه دنانير فان في حوض وطرفه حوض
 من صور منسوبة من دنانير وهو صورة دنانير
 القمار بعد ان كانه من دنانير ان وضع دنانير
 من الدنانير التي الهائي وهو منطوح وهو منسوبة
 والحوض وفيه الكهنة يناديهم او صليان دنانير
 وعلى دنانير الكهنة وعلى القوس على حوض وعلى
 حوض وعلى دنانير وعلى حوض وعلى حوض وعلى حوض
 وعلى حوض وعلى حوض وعلى حوض وعلى حوض
 وهذا صورة ما ذكرناه



تابع شكل (٩٣)

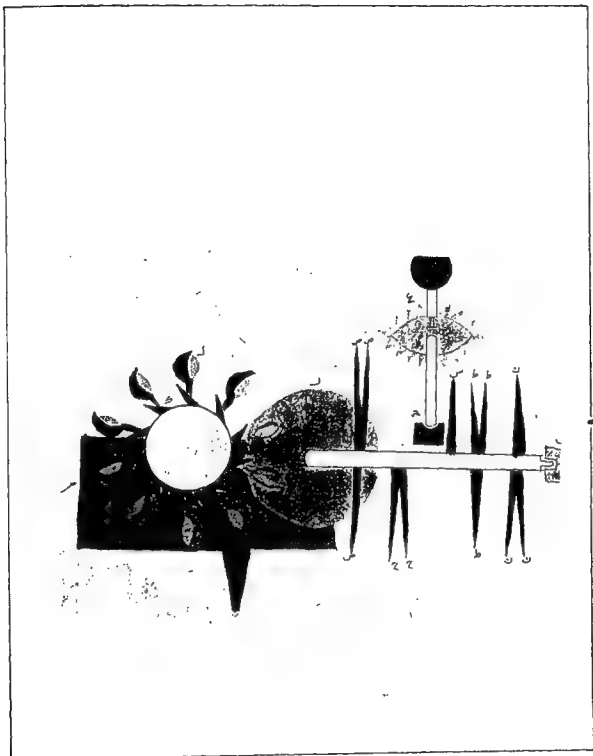


شكل (٩٤)
دولاب ذو كفّات يعمل في زورق يوضع في بركة في مجالس الشرب.
(الشكل الرابع من النوع الثاني من أعمال الجزيري).



شكل (٩٥)

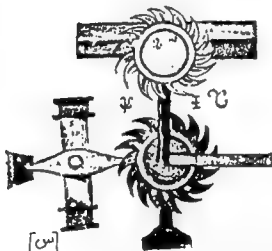
قارب يعمل بطريقة ميكانيكية، به مجلس شرب وتوسيق - من أحياء البربري، بين نسخ فاروق بن عبد المطلب الباقوي اللوزي في ٧١٥هـ
= ١٣١٥م (من قاعة فريد اللين - واشنطن).



شكل (٩٦)
تفصيل عمود الدولاب في الكففات المركب في زورق مجلس الشراة.
(من أعمال الجزري).

من الجوزي ارض الصندوق يدور على مستحجب ويحب الفريسي
 جلعه بدور بها الجوز وعلى اير الفريسي ديد الجات بارزات
 عن الصندوق وعلى الفريسي في داخل الصندوق وعلى
 الدندجات وهي خارجة من جانب الصندوق من وعلى رية
 الفريسي وتلك منسوبة عند جرفه ثم تحت سهم واحد في كل طرفه
 من قوسه مسارات عند زاوية من الصندوق والطرف الاخر

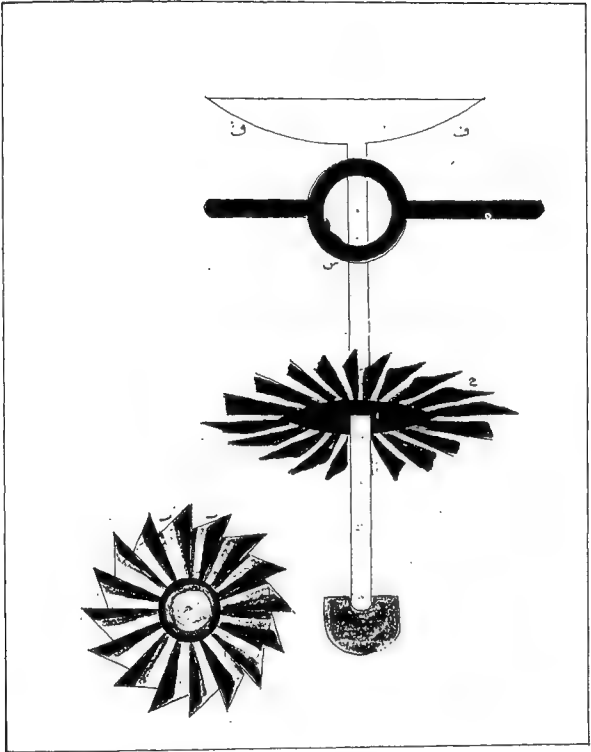
مخروقة طرأ طوله
 قطر دائره يوز ما رأس
 وتيا الفريسي وهو في
 الطرف لخصر الوند في
 عامه يدور على زاوية
 من الصندوق في طرف
 الطرف وعلى خط الفريسي
 في الاز وعلى وسط
 الطرف بينا فاني سم
 في لايل له الوجه
 كذا الى جهة من وهو
 بلخية من طبعها



وعلى ما ذكر في من جهة الوجه من دور فاني وند
 الفريسي الى طلحة من ويكل معه سهم في ومو غايه يهيو مناك
 ويرجعه قوس واما يهيو بدور ورجع وجه الوند الوجه

شكل (٩٧)

دولاب مائي ذو أجنحة (س) من أهبال الجزري كما ورد بمخطوط طوب كاي سراي باستانبول رقم : ٣٤٧٢ .
 (لاحظ المعجلتين المستتين) .



شكل (٩٨)

عمود يحمل قرصاً شكلت فيه ريشات محركة، وبذلك يقوم بعمل دولاب الماء رد الفعل (Reaction-Type Water Wheel) (القرص عن الفصل الثاني من الشكل الأول من النوع الثاني، والعمود عن الفصل الأول من الشكل الخامس من النوع الخامس من أعمال الجزيري).

عن الضرب الأول يقول الجزري :

«والماء يدير الفرجات كالأرجاء، وهي في الطرف الأسفل من المحور، وهو يدور على سكرجة على ما جرت به العادة، وطرفه الأعلى يدور في حلقة ثابتة، وعلى نهاية هذا الطرف قرص مستدير الوجه . . .»
أما عن الضرب الثاني الذي يتخذ دواليب ذات أجنحة (موربة) فيقول الجزري في تشكيل القرص الخاص بها:

« . . . ويُعلَّم على طرف القرص نحو من عشرين علامة، ويخط من كل علامة الى ناحية المركز خط، وتقطع الخطوط، وهذه صورة القرص، وقد قطع على الخطوط وصارت كالريشات، وعلى مركز القرص جد، وعلى الريشات في أطرافها ب، ثم تحرف الريشات لتصير كسرن الرجا، فمتى صُبَّ شراب جرى على ريشات سرن ب فيدور السرن».

الدولاب المدار بالغاز الساخن في أعمال ابن معروف

جاء تقي الدين محمد بن معروف بأول وصف لترينة (عنفة) تدور تحت تأثير غازات ساخنة صاعدة، وذلك في معرض شرحه لآلة السيخ الذي يوضع فيه اللحم على النار فيدور بنفسه (الباب السادس من كتاب: الطرق السنية في الآلات الروحانية لابن معروف)^(١)، وقد أشار المؤلف الى هذه التريينة الغازية «بدولاب بفراشات»، هذا ونورد فيما يأتي وصف هذه الآلة بلفظ ابن معروف:

الباب السادس

في عمل السيخ الذي يوضع فيه اللحم على النار، فيدور بنفسه من غير حركة حيوان، وهو قد عمله الناس على أنحاء شتى، منها أن يكون في طرفه دولاب بفراشات، ويوضع بحذاها إبريق من النحاس المفرغ المسدود الرأس، المملوء بالماء، ويكون بلبلته قبالة فراشات الدولاب، وتوقد تحته النار، فإنه يبرز البخار محصورا من البلبلة المذكورة فيديره، فإذا فرغ الماء من الابريق قرب اليه ماء بارد في إناء بحيث تغطس البلبلة فيه، فإنه يجتذب بحرارته جميع ما في الإناء من الماء، ثم يبدأ بدفعه.
وعملوه أيضا على حركة الدخان البارز من الأبراق.

ورتبوا أيضا حركته على حركة ثقالة من الرصاص كما في السواقي التي تدور بالدولاب والرقاص.
غير أنه في سنة ثلاث وخمسين وتسعمائة^(٢) بدار الاسلام القسطنطينية العظمى فكرت أنا وأخي الأكبر في عمل ذلك على أسلوب غير هذه الأساليب، قابل للنقل والتحويل من جهة الى أخرى، غير متوقف على أمر خارج عن ذلك، كالإبريق المذكور وما يحتاج اليه من الماء والنار، وكالدخان، والثقال الرصاص المعلق في جهة من البيت لا يمكن تحويله الى غيرها.

(١) الصفحات ٧٦ - ٧٩ من مخطوط مكتبة شستر بيتي ببلدن بايرلنده.

(٢) سنة ٩٥٣هـ = ١٥٤٦م.

فعملنا قفصا مربعا ومستطيلا من الحديد، قائما على أربعة أرجل وفيه ثلاثة دواليب، وفي وسطه محور مربع بارز، وفي مقابلته محور آخر كذلك. فإذا أراد الانسان استعماله وضعه في أحد جوانب المنقل وأثبت طرف السيخ فيه، وأدار المحور الأول بفتح معدله عشرة دوارات أو أقل أو أكثر بحسب ما يقتضيه العمل وتركه، ابتداء السيخ في الدوران، فيدور بكل دورة من الدورات التي أدرتها عشر دورات لا بالسرعة ولا بالبطيئة، بحيث إنها ما تنقضي الماء وقد استوى اللحم، وإن تخلف في الاستواء فتعيد الإدارة بالفتح مرة أخرى. . . .

لعل وصف ابن معروف^(١) هذا لتريئة (عنفة) رد فعلية تعمل البخار أو بالغاز الساخن عموما هو أول وصف في الكتابات العربية لمثل هذه الآلة المحركة، أوردته سنة ١٥٥١ م.

ويقتضينا الانصاف أن نشر هنا إلى أن العالم الايطالي الفذ «ليوناردو دافينشي» Leonardo da Vinci « (١٤٥٢ - ١٥١٩ م) كان قد وضع تحظيلا لتريئة شواء للحم تشتمل على تريئة تعمل بالغازات الساخنة المتصاعدة والمصاحبة لعملية الشواء، شكل (٩٩) ^(٢).

إنه مع معاصرة ابن معروف لليوناردو دافينشي، فقد أحرز ابن معروف سبقا كبيرا في توليد القدرة بتريينات (عنفات) البخار والغاز على مهندسي وعلماء الغرب ومنهم:

جيوفاني برانكا (Giovanni Branca)، الذي أنشأ تريئة بخار بدائية، تدير ماكينة، وذلك سنة ١٦٢٩ م، أي بعد وصف ابن معروف للتريئة بنحو ثمانية وسبعين عاما. كذا ولكنز Wilkins سنة ١٦٤٨ م.

طواحين الهواء

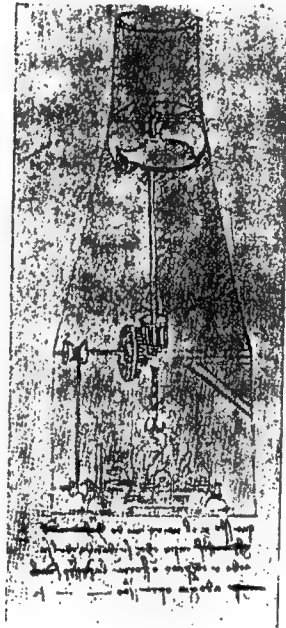
هي دواليب تدار بتيار هوائي، وذلك بتسليط الريح على أشعة مرتبة بطريقة شعاعية (أي قطرية) حول محيط الدواليب، فإذا وجه مسار الريح ليصدم الأشعة صدمًا مباشرًا كان الدواليب من النوع الدفعي، أما إن جرى ترتيب مسار الريح ليمر بين الأشعة الموردة صار الدواليب من النوع رد الفعلي.

هذا وتستخدم مثل هذه الدواليب لإدارة حجر الرحا الذي يقوم بطحن الغلال، ومن ثم تعرف هذه الدواليب بطواحين غلال تعمل بالهواء، أو باختصار «طواحين الهواء»، ويبين شكل (١٠٠) مثالين لطاحونة هواء من القرن ٨ هـ = ١٤ م ينسبان إلى أحد الصانين يقال له الدمشقي ^(٣).

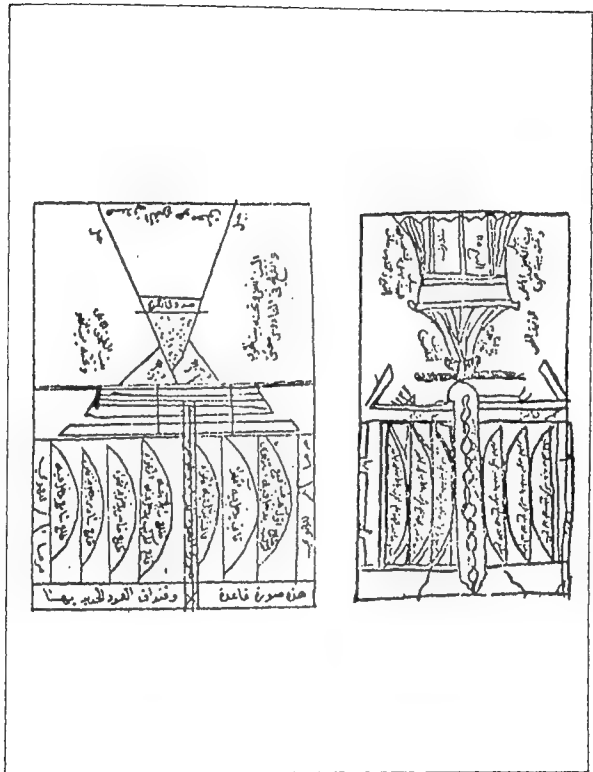
(١) توفي سنة ٩٩٣ هـ = ١٥٨٥ م.

(٢) راجع كتابنا: «عبقريه لئوناردو دافينشي في الهندسة»، نشر مكتبة الأجلو المصرية بالقاهرة، سنة ١٩٦٤ م، ويقع في ٣٠٦ صفحات، صفحة ١٥٥.

(٣) "History of Technology" By C. Singer et al., 5 Volumes, Oxford: 1954-8, Vol. 3. (٣)



شكل (١٩)
 تصميم ليوناردو دافينشي لجهاز شواء يشتمل على ترتيبات تعمل بالغازات الساخنة المتصاعدة.
 (Cod. Atl., 5 v.a. من)



شكل (١٠٠)

مثالان من طواحين الهواء في الحضارة الإسلامية - من رسم النمشي في القرن الثامن الهجري = القرن الرابع عشر الميلادي.

٢٦، ٢ - آلات متنوعة

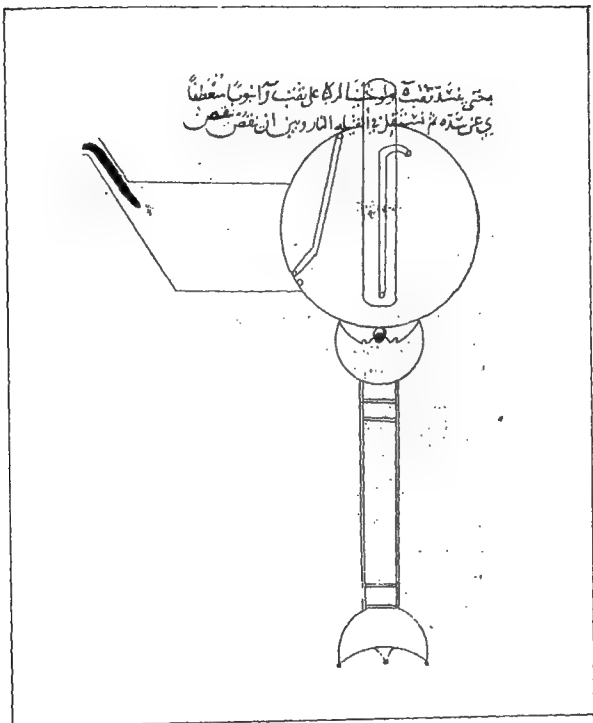
إنه فضلا عن الآلات الرئيسية التي وردت في أعمال العرب والمسلمين مما صح تصنيفه، فإن هناك عددا من الآلات المتنوعة التي لا تندرج تحت المجموعات التي جرى بيانها، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر ما يأتي:

- ١ - آلات تعمل من تلقاء نفسها (Automata)، الأشكال (١٠١) الى (١٠٤)، من أعمال بني موسى بن شاكر.
 - ٢ - آلات تعمل على أساس إمكان تحقق الحركة الدائمة: (Perpetual Motion)، الأشكال (١٠٥) - (١٠٧).
 - ٣ - آلات مهيئة لأغراض متنوعة مثل:
 - ١، ٣ - آلة للأبارة، من أعمال بني موسى بن شاكر.
 - ٢، ٣ - آلة لانتشال الأشياء من البحر، شكل (١٠٨)، وهي من أعمال بني موسى أيضا.
 - ٣، ٣ - قفل من أعمال الجزري، شكل (١٠٩).
 - ٤، ٣ - مسننة وطراح، أو مسنن وسقاطة (Pawl and Ratchet) (حركة رجوية) من أعمال تقي الدين بن معروف، شكل (١١٠).
 - ٥، ٣ - آلة شد القوس والنشاب، شكل (١١١).
 - ٦، ٣ - آلية إحداث الحركة والصوت على نمائيل تحرك مع ساعة مائية، شكل (١١٢).
 - ٤ - تشكيل المعادن بالصهر والصب (Melting & Casting)، من أعمال الجزري، شكل (١١٣).
- آلات تعمل من تلقاء ذاتها في أعمال بني موسى

الحيلة

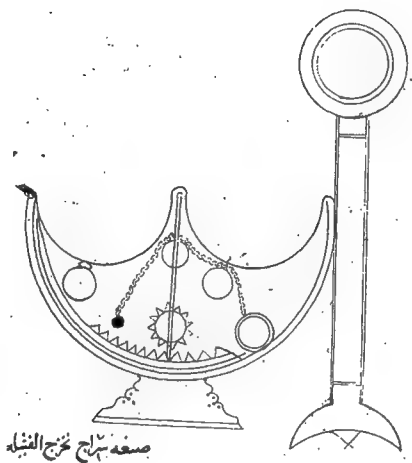
أمرجة

- ٩٥ عمل سراج يصب فيه الزيت فلا يزال أبدا مملوءا، وكلما نقص منه شيء عاد اليه مثله، ولا يزال الدهن كله مملوءا لا ينقص، ومن يراه يظن أن النار ليست تأخذ من الزيت، شكل (١٠١).
- ٩٦ عمل سراج يخرج الفتيلة لنفسه، شكل (١٠٢).
- ٩٧ عمل سراج يخرج الفتيلة لنفسه، ويصب الزيت لنفسه، وكل من يراه يظن أن النار لا تأكل من الزيت ولا من الفتيلة بته، ويعرف هذا السراج بسراج الله، شكل (١٠٣).
- ٩٨ عمل سراج اذا وضع في الريح العاصف لا ينطفئ، شكل (١٠٤).



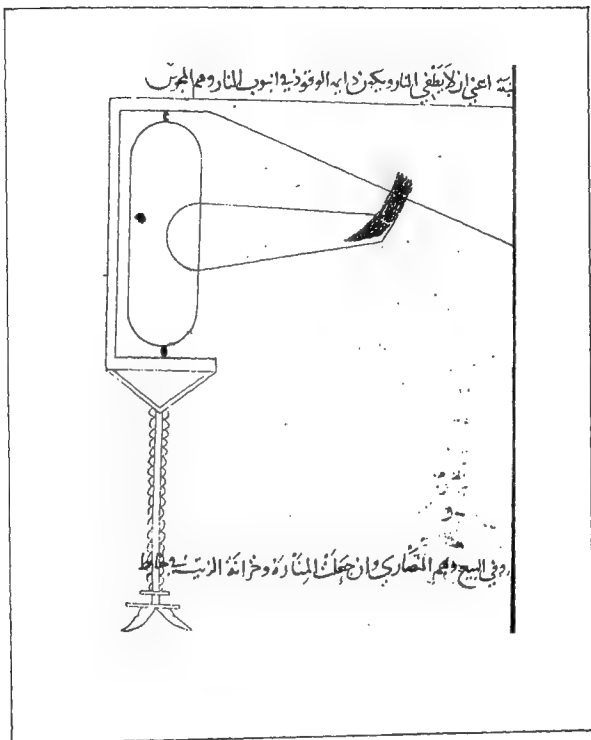
شكل (١٠١)

الحيلة (٩٥) من حبل بني موسى بن شاكر، ومنظومتها: «صنعة سراج يصب فيه فلا يزال أبداً مملوا، وكلما نقص منه شيء عاد إليه مثله، ولا يزال الدهن كله مملوا لا ينفض، ومن يراه يظن أن النار ليست تأخذ من الزيت».
(عن خطوط برلين - فهرس الواردت - رقم: ٥٥٦٢، الصفحات: 67.B-68.B).



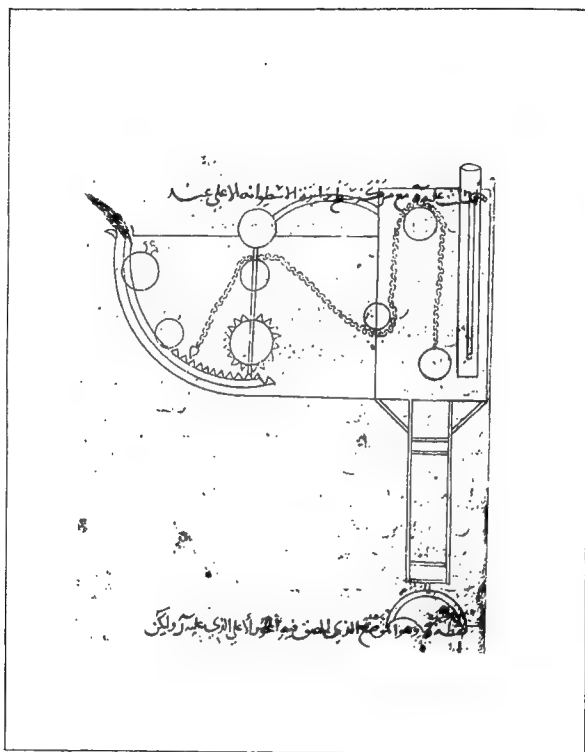
شكل (١٠٢)

الحيلة (٩٦) من حيل بني موسى بن شاكر، ومنطوقها: وصنعة سراج يخرج الفتيلة لنفسه.
(عن مخطوط برلين - فهرس ألواردت - رقم: ٥٥٦٢، الصفحات: 68.B - 69.B).



شكل (١٠٣)

الحيلة (٩٧) من حيل بني موسى بن شاكر، ومنطوقها: «صنعة سراج يخرج الفتيلة لنفسه، ويصب الزيت لنفسه، وكل من يراه يظن أن النار لا تأكل من الزيت ولا من الفتيلة شيئاً بته ويعرف هذا السراج بسراج الله».
(عن غطوط برلين - فهرس الواردت - رقم: ٥٥٦٢، الصفحات: 69.B إلى 71.B).



شكل (١٠٤)

الحيلة (٩٨) من حيل بني موسى بن شاكر، ومنطوقها: «صنعة سراج اذا وضع في الريح الماصف لا ينطفئ»
(عن مخطوط برلين - فهرس الواردات - رقم: ٥٥٦٢، الصفحات: 71.B - 72.B).

آلات تعمل من تلقاء نفسها في مجموع مخطوط بمكتبة لورنزيانا

يشتمل مجموع مخطوط بمكتبة لورنزيانا بفلورنسا بإيطاليا :

"Biblioteca Medicea Laurenziana", Florence, MS No.: Or. 152.

على كتاب بعنوان :

«هذا كتاب الدواليب والأرجح والروايس المتحركة [من تلقاء ذاتها] .

ويقع المجموع في ١٥٠ ورقة، يشغل منها كتاب الدواليب الصفحات ٨١ - ٩٠ ، كتبت بخط مغربي

وسط، وتحلو هذه النسخة من أية رسومات، وتبين فيها يأتي افتتاحيات الحيل السبع عشرة الواردة في هذا المخطوط :

رقم مسلسل	صفحة المخطوط	الاقتاحية
١	٨١-ب	- إذا أردت أن تعمل دولابا ترفع به من الماء ما بين عشرة أذرع الى مائة ذراع . . .
٢	٨٢-أ	- وإذا أردت أن تعمل دولابا طرفا يرفع الماء به عشر أذرع برجل واحد .
٣	٨٢-ب	- إذا أردت أن تعمل دائرة تدور من تلقا نفسها .
٤	٨٢-ب	- وإذا أردت أن تحبسها فاجعل لها ثقباً .
٥	٨٣-أ	- إذا أردت أن تعمل دائرة تدور قائمة من تلقا نفسها .
٦	٨٣-ب	- إذا أردت أن تعمل دائرة تدور من تلقا نفسها .
٧	٨٤-أ	- إذا أردت أن تعمل دولابا طرفا تسقي برجل ماء كثيرا غزيرا ، فاتخذ حوضا طوله خمسة أشبار .
٨	٨٤-ب	- إذا أردت أن تعمل دائرة يديرها رجل ، فتريد غرابين قوة كل غراب .
٩	٨٥-أ	- إذا أردت أن تعمل دولابا يعمل من الماء ألف رطل بلا مشقة ، يرفعه رجل عشرة أذرع بلا مشقة .
١٠	٨٥-ب	- إذا أردت أن تعمل دولابا يسقي به رجلان بأهون السعي .
١١	٨٦-أ	- إذا أردت أن تعمل قناة تستخرج بها من أي شيت ماء دايها لا ينقطع ، فاتخذ قناة دقيقة ، يكون عرضها أربع أصابع مضمومة أو أقل من ذلك .
١٢	٨٦-ب	- إذا أردت أن تعمل دائرة تدور من تلقاء نفسها فتدير دولابا يسقي خمسين جريا ^(١) في اليوم ، فاعمل دائرة مجوفة من نحاس .
١٣	٨٧-أ	- إذا أردت أن تعمل دائرة أرحى تدور .

(١) في «لسان العرب» دار صادر - ١ : ٢٦٠ : الجرب من الطعام والأرض : مقدار معلوم ، وقال الأزهري : الجرب من الأرض مقدار معلوم الذراع والمساحة . . وقال أيضا : «والجرب مكيال قدر أربعة أفرزة (والأفرزة ثمانية مكايك) = ١٢ صاعا ، أي حوالي ٤٥ كجم قمح ، أو ستين لترا (راجع كتاب «المكايل في صدر الإسلام» للدكتور سامع عبدالرحمن فهيم ، نشر المكتبة القيسية بمكة المكرمة ، سنة ١٤٠١هـ = ١٩٨١م ، صفحة ٣٨) .

وفي المعجم الذهبي لمحمد التونسي ، صفحة ٢٠٢ : جرب (معر: كرب) مساحة من الأرض تعادل عشرة آلاف متر مربع .

- ١٤ ٨٧- ب - إذا أردت أن تعمل دلوا يسع خمس مائة رطل يسقي به رجل واحد فيرفع الماء به الى مائة ذراع في طريقة عين .
- ١٥ ٨٨- أ - إذا أردت أن تعمل دائرة تدور من تلقا نفسها فتسقي ما بين الخمسين جريبا الى الألف جريب ، وتدير ما بين خمس الى عشرين رحي ، فانخذ دائرة من خشب صلب .
- ١٦ ٨٨- ب - إذا أردت أن تعمل دائرة تدور من تلقا نفسها ، فتسقي بها في اليوم ثلاثين جريبا بمرونة حقيقية إن شاء الله ، فانخذ دائرتين من خشب صلب عرض كل واحد خمسة أشباب في مثلها ، وركبهما على قطب واحد .
- ١٧ ٨٩- أ - باب حبس الدوائر التي تقدم ذكرها جميعا .

يتضح من هذا العرض أن هذه الدواليب والدوائر التي تتحرك من تلقاء ذاتها تختص بحيل رفع الماء الى جهة العلو .

آلات لاحداث الحركة الدائمة

إن فكرة إمكان إحداث الحركة الدائمة (Perpetual Motion) قد شغلت أذهان علماء العرب والمسلمين ومهندسيهم في العصر الوسيط ، فظهرت عدة ترتيبات في هذا المجال .
منها ما جاء بالمخطوط رقم : ٩٥٤ بمكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد ، كذا بمخطوطي جامعة إستانبول (سابقا : Hagia Sophia) :

رقم : As ad 1884

ورقم : As 2755

ولقد حسم الشيخ الرئيس ابن سينا (٣٧٠-٤٢٨ هـ) = (٩٨٠-١٠٣٧ م) هذا الأمر بتقريره باستحالة الحركة الدائمة^(١) ، حيث يقول في كتابه :
«الاشارات والتنبيهات» :

«لا يجوز أن يكون في جسم من الأجسام قوة طبيعية تحرك ذلك الجسم بلا نهاية» .
وبذلك يكون ابن سينا قد حقق سبقا كبيرا على علماء الغرب ، ومنهم ليوناردو دافينشي بنحو أربعة قرون .

كذلك يقول أبو البركات هبة الله بن ملكا البغدادي^(٢) (المتوفى سنة ٥٤٧ هـ = ١١٥١ م) في معرض حديثه عن فناء القوة بالمعاوقات : «والقوة بنفسها لا تبطل ولا تنفى ، وإنما يبطلها في الملاء مصادمة ما يلاقيها

(١) راجع كتابنا : «تراث العرب في الميكانيكا» ، نشر عالم الكتب بالقاهرة ، سنة ١٩٧٤ م ، ويقع في ١١١ صفحة ، صفحة ٩٩ .

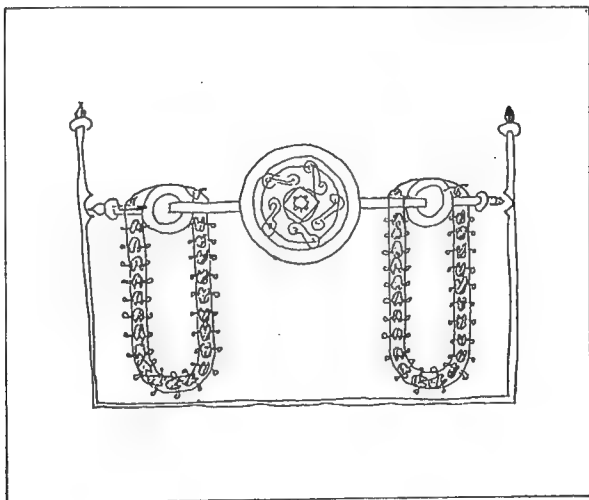
(٢) صاحب كتاب «المعبر في الحكمة» .

في مسافتها من معاوق بعد معاوق، فيضعفها حتى تفتنى، وليس ذلك في الخلاء. هذا وتعرض الأشكال (١٠٥) الى (١٠٧) مجموعة من الترتيبات المعتمدة على إمكان تحقق الحركة الدائمة، وهي كما أسلفنا فكرة سيطرت على أذهان كثير من العلماء والفنيين في العصر الوسيط، وقد سبق الى دحضها علماء العرب والمسلمين كما تقدم إثباته.

حيل متنوعة في أعمال بني موسى بن شاكر

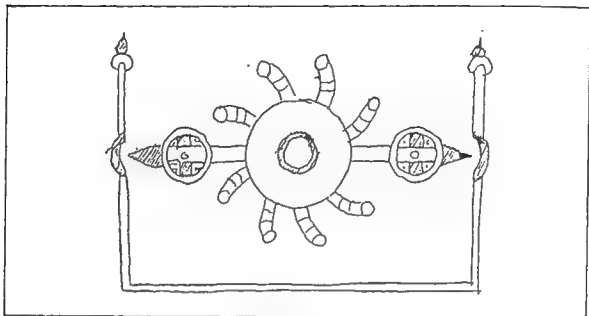
الحيلة

- ٩٩ - عمل آلة الآبار التي تقتل من ينزل فيها، إذا استعملها الانسان في أي بشر شاء فلا يقتله ولا يؤذيه .
١٠٠ - عمل آلة يخرج بها الانسان من البحر الجوهر إذا سرحها، ويخرج بها الاشياء التي تقع في الآبار وتغرق في الأنهار والبحار، شكل (١٠٨).

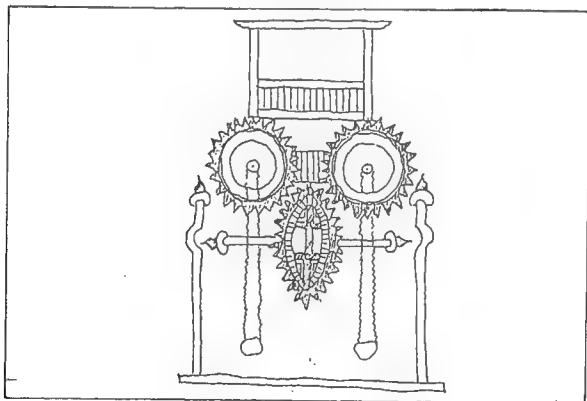


شكل (١٠٥):

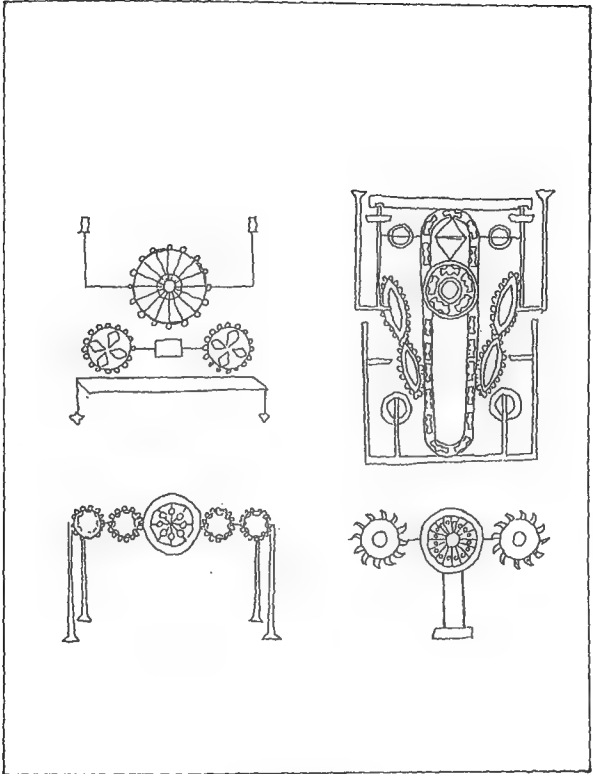
الحركة مُسترة لرفع الماء بواسطة قوايس مثبتة في سلسلة (رتجير).



شكل (١٠٥) ب:
ترتبية ذات دولاب، تعمل بالزئبق.

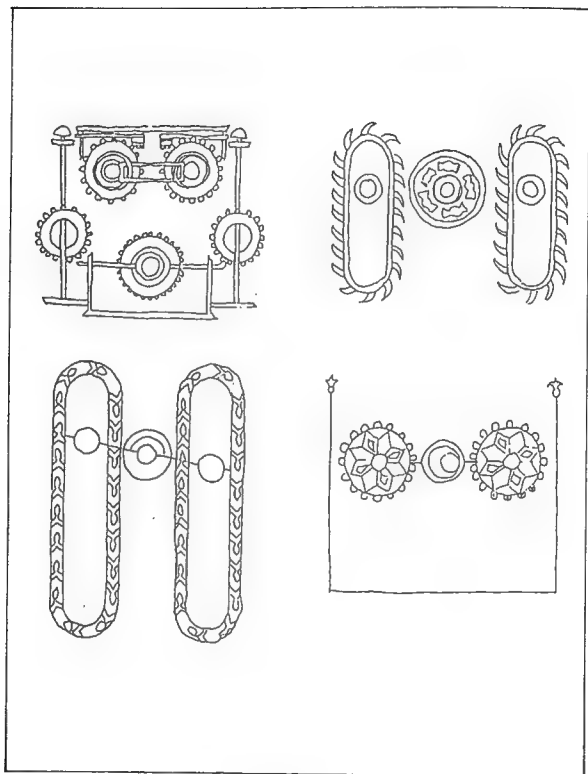


شكل (١٠٥) ج:
ترتبية تتكون من ثلاث عجلات مستنة ومسللتين.

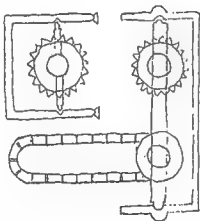
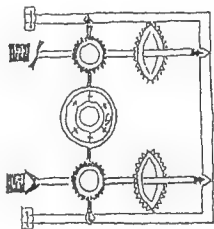
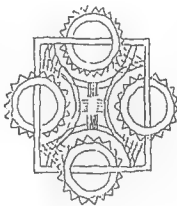
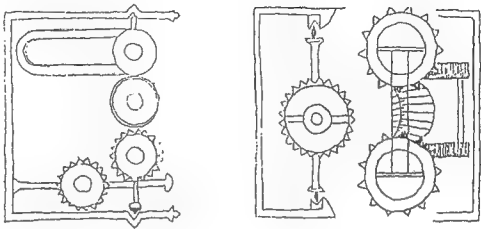


شكل (١٠٦) أ:

.. ترتيبات قائمة على فكرة الحركة الدائمة، كما وردت بمخطوط جامعة أستانبول (سابقا Hagia Sophia: As ad. 1684)



شكل (١٠٦) ب:
(الأشكال مجهرة بطريقة تخطيطية عن الأصل)

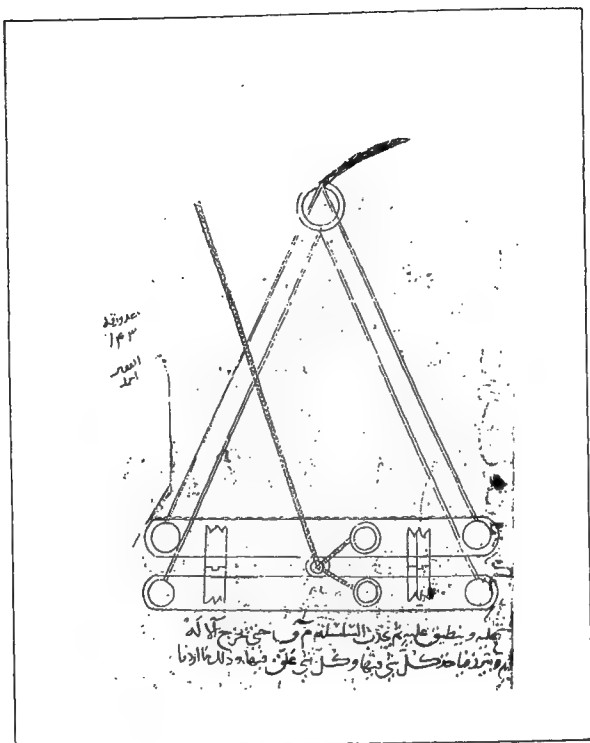


شكل (١٠٧)

تخطيط خمس زريعات ثؤدي حركات دائمة، وتتركب من دولاب وسننات وسلاسل لرفع الماء، وقد وردت في خطوط جامعة استانبول (سابقاً):

(Hagia Sophia 2755)

(أخذت الأشكال بطريقة تخطيطية من الفن)



شكل (١٠٨)

الحيلة (١٠٠) من حيل بني موسى بن شاكر، ومتنقوها: ونريد أن نبين كيف تعمل آلة يخرج بها الإنسان من البحر الجواهر إذا سرحها، ويخرج بها الأشياء التي تقع في الآبار، وتفرق في الأنهار والبحار.

(عن مخطوط برلين - فهرس ألواردت - رقم: ٥٥٦٢، الصفحات: 73.B إلى 74.B.)

أدوات متنوعة في أعمال الجزري

يشير الجزري في النوع السادس من الحيل الهندسية الى «أجهزة غير متشابهة» منها :

١ - باب من الشبه المصوب لدار الملك بمدينة آمد، مع بيان وصفه العام، وكيفية عمل الشبكة، كذا كيفية عمل الحاشية.

٢ - آلة يستخرج بها مركز نقط ثلاث مجهولات الأماكن، كما يستخرج بها زوايا مختلفة.

٣ - قفل يقفل على صندوق بحروف اثني عشر من حروف المعجم.

٤ - إغلاق أربعة على ظهر باب واحد.

قفل يعالج بحروف المعجم

يبين شكل (١٠٩) قفلا من أعمال الجزري يقفل على صندوق بحروف اثني عشر من حروف المعجم، ويدل هذا العمل - كذا الأعمال الأخرى - على تمكن الجزري وتميزه وسبقه وطول باعه في إنشاء الآليات، وإحداث الحركات والتحكم فيها.

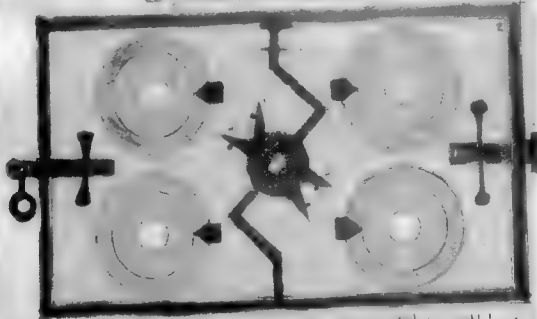
تشكيل المعادن بالصب

يبين شكل (١١٣) أحد مصراعي باب لدار الملك بمدينة آمد، قام بتصميمه وتنفيذه بديع الزمان الجزري، ويتكون وسط المصراع من شبكة من خيطين خيط مسدس وخيط مشمن، تحيط به كتابة بخط كوفي مدمج الحروف ثم زخارف نباتية وهندسية.

ويشير الجزري الى كيفية صنع هذا الباب مستخدما طريقة الصب في الرمل (Sand Casting)، كذا طريقة الشمع المزاح أو المفقود (Lost Wax Method)، ويبدو ذلك جليا في النص الآتي :

«... ثم اني وضعت بين هذه الأوراق أوراقا من شمع على مثالها، لا ينقص عنها ولا يزيد، وضعا محققا، فتشابكت القضبان بعضها ببعض في أماكن متقابلة، ورؤوس الأوراق في أماكن متقابلة. ثم انني جعلت ذلك في آلة عظيمة من آلات الصب في رمل، فانختم، ثم قطعتُ أوراق الشمع من بين أوراق الشبه وما فوقها، وأذبت ما تحتها بالنار، فخلا مكان الشمع، وأفرغتُ مكانه نحاسا أحمرًا...».

وعليه وسماك القوس في طرفي شبه القوس الثاني وعليه وسماك قوسه في لونه
 انصافه السهام وعليه وفاصل نصف لونه وعليه في حرف من سائر الحروف وعليه
 وشبه الدخلة في حرف من حروف لونه

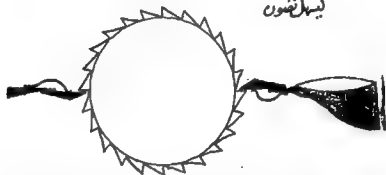


وعلى سطح الصفيحة ثمانية حروف منها وعليه الاقل لونه ثمانية من اسواق الحروف المتكاثرة
 من طرف قوس نصفها على بعض وحدات الصفيحة بالعرض داخل لونه الصفيحة في حروف الاقل
 اللانة فيفتح الفضل ومما در العرض الدخلة المحذرة وسط العضا خلاص ذلك انقل العضا
 وقد استوي راس لونه النصف على حرف من الحروف المحذرة على الفضل الصعد وهو على اللوز
 ورأس لونه هذا الفضل على حرف من حروف الفضل الذي يحته وهو ملو حرف العضا ورأس لونه
 هذا الفضل على حرف من حروف دائرة العضا تحدد عطف الحروف اللانة ولونها الحرف
 الذي على الفضل الاعلى وكذلك كل دائرة من العضا على هذه الحروف التي عشر حروف اللوز
 الاربع المحذرة في بعض الصفيحة والصفيحة انما هي ثمانية وعلى حروف منها اربعة اظن
 متطابقة بعضها على بعض وحروفها في سماء بعضها ثمانية وهو من قوس نصف
 عليه وفاصل نصف اللوز وفيه العرض وعليها وفي وسط العضا طرفي نصف العرض
 وفيه قوس على حرف اربع دوائر على ثمانية وفي طرفي النصف من سائر الفضل عليه
 وعلى الصفيحة عدد حروفه زياتي وعليه وعلى طرفي الصفيحة ثمانية على
 وعلى طرفي الصفيحة هند فصلان تحلص منها طرفا نصيبين منها اربعة وانصيب

شكل (١٠٩)

خطوط لقل متشوق يعالج بحروف المعجم، وهو من أعمال الجزري.
 (من مخطوط مكتبة بوليانا بجامعة أكسفورد - مجموعة جريفز ٢٧).

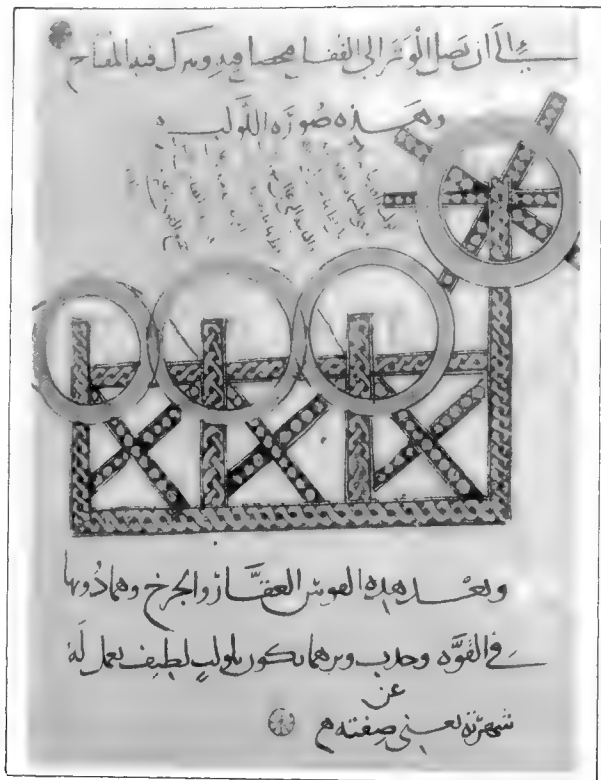
وإذا ادير غلاف التوالى صنعت هذه الصورة ولا تسمع الدوا
ليسل نغنون



وإذا انتهت الهنا وركبت هذه الصفحة على كوة بمقدارها
واصكت هذه الدواليب في قناتها جعلت فوق النصف طرهما
حوضا من الماء وفي أسفله ثقب فوقه محكم محرر عن ثلثه علامة
في ساعده حصل المقصود الفصل الثالث
في عمل سكامر السراج وهذه آلة لطيفة وتوقيتها اسرع من
وهو عبارة من الخاسر غطاء اصغية مقنوم محيطه بأشعث
ساعة وقوتها تحضر بالسر يد قلم وبأسفلها النظم كانت السراج
وفيه فتيلة وزيت إذا اشعلت الفتيلة مضى من شعلها ساعة
تحرك الخسري ساعة ولا يزال يدور الفراغ الاثنى عشر ساعة
وطر بولم ان تعلم الى صفيحه من الخاسر لا صفر فتلقا كنهه علية

شكل (١١٠)

مسنن وسقاطتان من أمهال تقي الدين بن معروف في كتابه «الطرق السنية في الآلات الروحانية»
(عن مخطوط مكتبة شستر بيتي بديلن - إيرلندا، رقم: ٥٧٣٢، صفحة ٢١).



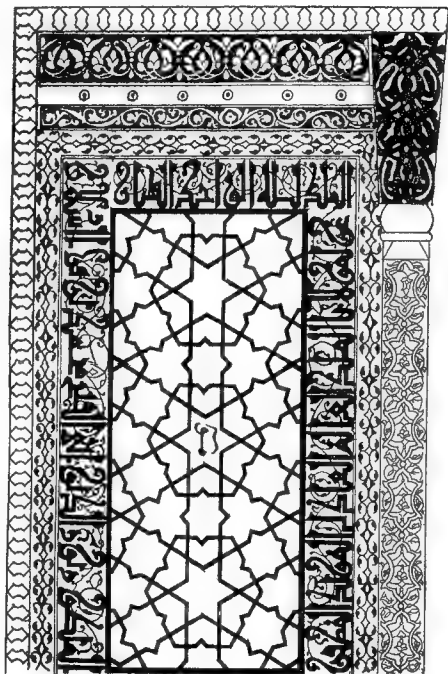
شكل (١١١)

أداة ميكانيكية لحني القوس كما وردت في رسالة عن الأسلحة كتبها الطرسوسي (القرن ١٢هـ = ١٢م) يرسم صلاح الدين الأيوبي (عن مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - مجموعة هنتنجدن ٢٦٤ (Huntingdon 264)).



شكل (١١٢)

ترتية لاضفاء الحركة والصوت على تماثيل تتحرك على أنغام ساعة مائية - من أحيال الجزري.
 (عن مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - مجموعة جريفر - ٢٧).



شكل (١١٣)

مصراع باب من الشَّيْبَةِ المصنوب - من أهبال الجزري.

(عن مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - مجموعة جريغز - ٢٧).

مخطوطات عربية في حيل وآلات متنوعة

«كتاب الحيل والأمور العجيبة في عمل آلات الماء»

المؤلف غير معروف.

- مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول - رقم: ٣٤٧٤، ويقع في ٨٥ ورقة، كتب في القرن ٧هـ أو القرن ٨هـ تقريبا.

مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة - رقم: ٦ - صناعات.

«مقدمة لصنعة آلة تعرف بها الأبعاد»

لأبي سعيد السجزي (نسخ في حدود ٣٥٨هـ = ٩٦٩م).

- مخطوط مكتبة جامعة كولومبيا (Columbia) بالولايات المتحدة الأمريكية - رقم: MS. Or. 45 ضمن مجموعة نفيسة تشتمل على ١٨ رسالة، الرسالة الحادية عشرة. كتب المجموع بخط من مخطوط القرن ٧هـ = القرن ١٣م.

«كتاب المباديء والغايات في وضع جميع الآلات»

لأبي نصر السموأل بين يحيى بن عباس المغربي الشهير بالمنصوري، تم تأليفه سنة ٥٦١هـ =

١١٦٥م.

- مخطوط مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد - رقم: ٩٦٤، ويقع في ٩٧ ورقة، مجموعة (Hunt. 539)، ويرجع

تاريخ نسخ المخطوط الى سنة ٩٨٨هـ = ١٥٨٠م.

«كتاب النباه في علم المياه»

لمحمد بن حسين العطار.

ألفه سنة ١٢١٢هـ = ١٧٩٧م.

- مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: فلك ورياضة - ك ٤١٥٩ (٣)، الرسالة الثالثة ضمن

مجموع، الصفحات: ١/٦٤ - ٨٢/ب، كتبت بخط نسخي رديء سنة ١٢١٢هـ = ١٧٩٧م.

٢٧، ٢ - الآلات الرصدية

عن علم الآلات الرصدية يقول حاجي خليفة^(١):

«ذكره [المولى أبوالحخير] من فروع الهيئة،

وقال: هو علم يتعرف منه كيفية تحصيل الآلات الرصدية قبل الشروع في الرصد، فإن الرصد لا يتم إلا بالآلات

كثيرة،

وكتاب الآلات العجيبة للمخازني يشتمل على ذلك، انتهى».

(١) كتاب «كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون» - ١: ١٤٥.

ويستطرد حاجي خليفة قائلا:

«قال العلامة تقي الدين الراصد^(١) في «سفرة متهى الأفكار»:

والغرض من وضع تلك الآلات تشبيه سطح منها بسطح دائرة فلكية ليتمكن بها ضبط حركتها، ولن يستقيم ذلك ما دام لنصف قطر الأرض قدر محسوس عند نصف قطر تلك الدائرة الفلكية إلا بتعديله بعد الاحاطة باختلافه الكلي، وحيث أحسنا بحركات دورية مختلفة وجب علينا ضبطها بآلات رصدية تشبهها في وضعها لما يمكن له التشبيه، ولما لم يكن له ذلك بضبط اختلافه، ثم فرض كرات تطابق اختلافاتها المقيسة الى مركز العالم تلك الاختلافات المحسوس بها إذا كانت متحركة حركة بسيطة حول مراكزها، فيمقتضى تلك الأغراض تعددت الآلات.

والذي أنشأناه بدار الرصد الجديد هذه الآلات منها:

اللبنة .

ومنها الحلقة الاعتدالية .

ومنها ذات الأوتار .

ومنها ذات الخلق .

ومنها ذات السمات والارتفاع . وهذه الآلة من مخترعات الرصاد الاسلاميين،

ومنها ذات الشعيتين .

ومنها ذات الجيب .

ومنها المشبهة بالمناطق، قال وهي من مخترعاتنا، كثيرة الفوائد في معرفة ما بين الكوكبين من البعد .

ومنها الربع المسطري،

وذاث الثقبين،

والبنكام الرصدي، وغير ذلك.

وللعلامة غياث الدين جمشيد^(٢) رسالة فارسية في وصف تلك الآلات سوى ما اخترعه تقي الدين^(٣).

واعلم أن الآلات الفلكية كثيرة، منها الآلات المذكورة، ومنها السدس الذي ذكره جمشيد، ومنها ذات المثلث، ومنها أنواع الأسطرلابات:

كالتام، والمسطح، والطوماري، والهلالي، والزورقي، والعقري، والاسى، والقوسي، والجنوبي، والشمالى، والكبرى، والمسطح، والمسرطق، وحق القمر، والمغني، والجامعة، وعصا موسى.

ومنها أنواع الأرباع:

(١) هو تقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي (توفي سنة ٩٩٣هـ = ١٥٨٥م).

(٢) هو غياث الدين جمشيد بن مسعود الكاشي (المتوفى سنة ٨٣٩هـ = ١٤٣٦م) صاحب كتاب «مفتاح الحساب».

(٣) تقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي، أثير اليه عفة مرات في هذا الكتاب.

كالنام، والمُجِبِّ، والمُنْقَطَرَات، والأَفَاقِي، والشُّكَازِي، ودائرة المُعَدِّل، وذات الكرسي، والزرقالة، وربع الزرقالة، وطبق المناطق.

ويستطرد حاجي خليفة قائلا:

«وذكر ابن الشاطر^(١) في النفع العام أنه أمعن النظر في الآلات الفلكية فوجد - مع كثرتها - أنها ليس فيها ما يفي بجميع الأعمال الفلكية في كل عرض، وقال ولابد أن يداخلها الخلل في غالب الأعمال، إما من جهة تعسر تحقيق الوضع كالمبطلحات، أو من جهة تحرك بعضها على بعض، وكثرة تفاوت ما بين خطوطها وتزاحمها كالاسطrolاب، والشكازية، والزرقالة وغالب الآلات، أو من جهة الخبط وتحريك المري، وتزاحم الخطوط كالأرباع المقنطرات والمجبية. وإن بعضها يعسر بها غالب المطالب الفلكية، وبعضها لا يفي إلا بالقليل، وبعضها مختص بعرض واحد، وبعضها بعروض مختصة، وبعضها تكون أعمالها ظنية غير برهانية، وبعضها يأتي ببعض الأعمال بطريق مطولة خارجة عن الحد، وبعضها يعسر حملها ويقبح شكلها، كالآلة الشاملة، فوضع آلة يخرج بها جميع الأعمال في جميع الأفاق بسهولة مقصد، ووضوح برهان، فسيأها الربع التام».

وعن الاصطrolابات يقول الكاتب الخوارزمي^(٢) في كتابه «مفاتيح العلوم»^(٣):

«أنواع الاصطrolابات كثيرة، وأسمائها مشتقة من صورها، كالهلال من الهلال، والكري من الكرة، والزورقي، والصدفي، والمسرطن، والمبطح، وأشباه ذلك...»^(٤).

ولعله من المفيد أن نبين هنا بإيجاز الأنواع الثلاثة الرئيسية للاسطrolاب، وهي مقسمة بحسب ما إذا كانت:

١ - تمثل مسقط الكرة السهوية على سطح مستو.

أو ٢ - تمثل مسقط هذا المسقط على خط مستقيم.

أو ٣ - تمثل الكرة بذاتها دون أي إسقاط.

ومن ثم فالأنواع الثلاثة هي:

١ - الاسطrolاب المسطح أو السطحي، ويعرف أيضا «بذات الصفائح»، ويتركب من الأم، والأقراص المستديرة، والعنكبوت أو الشبكة، والعصادة أو المسطرة.

(١) هو أبو الحسن علاء الدين علي بن إبراهيم بن محمد الأنصاري المعروف بابن الشاطر، عاش بين سنتي ٧٠٤ و٧٧٧هـ (١٣٠٤ و١٣٧٥م).

(٢) هو محمد بن أحمد بن يوسف الخوارزمي الكاتب (المتوفى سنة ٣٨٧هـ = ٩٩٧م).

(٣) طبعة دار الكتب العربي بيروت، بتحقيق إبراهيم الأبياري، سنة ١٤٠٤هـ = ١٩٨٤م، صفحة ٢٥٤.

(٤) راجع «الآلات الرصدية وأجزائها» في «معجم صنعة الآلات عند الأوائل»، كذا «كتاب في عمل الاسطrolابات» لملك اليمين يوسف بن عمر ابن رسول وفيه أسماء لثلاث أجزاء الاسطrolاب، وهي مفيدة في هذه الصناعة.

- من نواهد المخطوطات النفيسة بمكتبة تيمور بدار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة.

٢ - الاسطرلاب الخطي، ويسمى أيضا «عصا الطوسي» نسبة الى مخترعه المظفر بن المظفر الطوسي (المتوفى سنة ٦١٠هـ = ١٢١٤م).

٣ - الاسطرلاب الكروي أو الأكري، ويمثل الحركة اليومية للكرة بالنسبة لأفق مكان معلوم دون استخدام لأية مساقط، ويتركب هذا النوع من كرة معدنية، والعنكبوت أو الشبكة التي تتخذ هيئة نصف كرة معدنية ملامسة تمام الملامسة للكرة، وصفيحة معدنية ضيقة، وعقرب متعاملد على هذه الصفيحة، وأخيرا محور يخترق كلا من الكرة والشبكة والصفيحة المعدنية الضيقة، وذلك في اتجاه القطبين الاستوائيين.

صحيح أن العرب والمسلمين ورثوا صناعة الاسطرلاب عن الاغريق إلا أنهم أدخلوا عليها إضافات هامة، وتحسينات جمة، كما يتضح مما أوردناه في صدر هذا الباب.

إن ابتكار آلة الاصطرلاب يعزى للعالم الاغريقي هيباركوس (Hipparchus) الذي عاش في القرن الثاني قبل الميلاد، كما ينسب وضع المباديء العلمية الأساسية لهذه الآلة الى بطليموس القلوني (Ptolemy Claudius) صاحب كتاب «المجسطي» Almagest الذي نقله الى العربية حنين بن اسحق (١٨٨ - ٢٦٠هـ) = (٨٠٩ - ٨٧٣م)، وكتيجة طبيعية للابتكارات التي ساهم بها العرب والمسلمون أمكن إجراء قياسات كونية دقيقة، منها قياس محيط الأرض كما سبق أن بينا، كذا قياس طول السنة الشمسية (المدارية) كما هو وارد بالجدول (٢٠).

هذا ويعرض شكلا (١١٤)أ، ب اصطرلابين يرجع تاريخ صنعهما الى القرنين السادس والسابع الهجريين (١٢، ١٣م)، ولاشك أن هذه الآلة الرصدية كانت تستخدم في القيام بعمليات الرصد، وحل مسائل الفلك، وتعيين الاتجاهات، وتحديد المواقيت.

هذا ويبين شكلا (١١٥)أ، ب آلات لحساب التقويم من تصميم أبي الرحمان البيروني (٣٦٢ - ٤٤٣هـ) = (٩٧٣ - ١٠٥١م).

كما تقدم بين لنا أن من الاصطرلابات ما يتم فيه تمثيل الكرة الساقوية بسطح مستو^(١)، وذلك بطريق الاسقاط المجسم الذي يحافظ على القيمة الحقيقية للزاوية الواقعة بين خطين مرسومين على الكرة، ويبقى على استدارة خط الأفق وخط الاستواء والمدارين.

نقطة الأوج

وتعرف بأنها نقطة المسافة العظمى لبعده الشمس عن الأرض، وقد وجد علماء المسلمين في القرن ٦هـ = ١٢م^(٢) أن هذه النقطة تتغير كل سنة بمقدار ١٢، ٩ ثانية، وهو رقم عالي الدقة، إذ أنه يختلف اختلافا ضئيلا عما توصل إليه علم الفلك الحديث، حيث يبلغ هذا المقدار ١١، ٦ ثانية سنويا.

(١) «ازدهار العلم عند العرب» للدكتور فؤاد سركيز - بحث منشور بمجلة أكاديمية الملكة المغربية، الرباط، العدد ٥، سنة ١٤٠٩هـ = ١٩٨٨م، صفحة ١٦٩.

جدول «٢٠»

مقارنة بين قياسات طول السنة الشمسية .

طول السنة الشمسية				المصدر
ثانية	دقيقة	ساعة	يوم	
صفر	٥٥	٥	٣٦٥	بطليموس القلوني (تأليف حوالي ١٥٠ م) (صاحب المجسطي)
٢٤	٤٦	٥	٣٦٥	أبو عبد الله محمد بن جابر بن سنان البتاني (ت: ٣١٧ هـ = ٩٢٩ م)
صفر	٤٩	٥	٣٦٥	أبو الفتح عمر بن إبراهيم الخيامي النيسابوري (٤٣٦ - ٥١٧ هـ) = (١٠٤٤ - ١١٢٣ م)
٨	٥٠	٥	٣٦٥	أبو بكر بن تيمور (٧٩٦ - ٨٥٣ هـ) = (١٣٩٤ - ١٤٤٩ م)
٤٨,٧	٤٨	٥	٣٦٥	القيم المعاصرة ٣٦٥, ٢٤٢ ١٩٨ ٧٨

من هذا الجدول يتضح أن قياسات الخيامي تحمل خطأ يقل عن ٠,٠٠١ ٪، ومن ثم كان «التقويم الجلالى» المنسوب لعمر الخيامي أدق من التقويم الجريجوري (أو الغريغوري)، فبينما يؤدي هذا التقويم الأخير إلى خطأ يبلغ يوماً واحداً في كل ٣٣٣٠ سنة، فإن الخطأ الناجم عن «التقويم الجلالى» لا يتعدى يوماً واحداً في كل ٥٠٠٠ سنة.



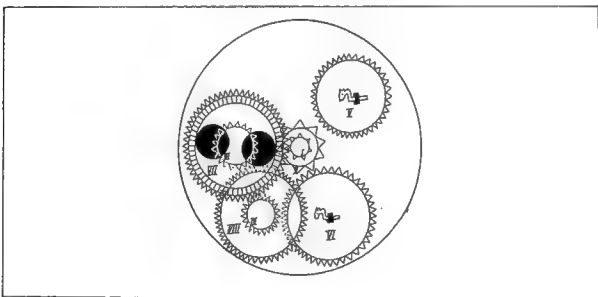
شكل (١١٤) أ

اسطرلاب من صناعة حامد بن عمود الاصفهاني الاسطرلابي - من إيران، سنة ٥٤٧ هـ = ١١٥٣ م.



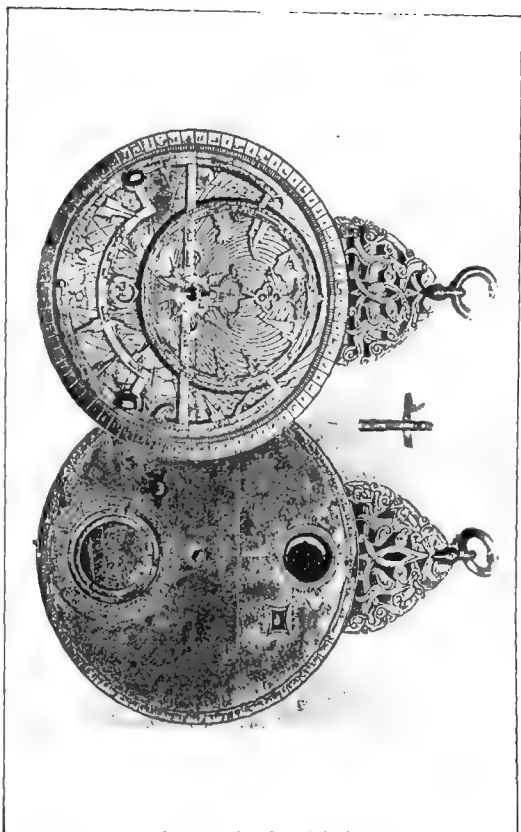
شكل (١١٤) ب

اسطرلاب من صنعة أبي جعفر أحمد بن حسين بن ياسو الأندلسي - من اسبانيا سنة ٧٠٤ هـ = ١٣٠٥ م.



شكل (١١٥) أ

جهاز مسنن لحساب التقويم لأبي الرخمان البيروني، ويبين مواضع الشمس ومنازل القمر، وما يمضي من الشهر العربي.
(Derek de Solla Price, Micro, February 1984, page 35. عن : .)



شكل (١٥) ب

اسطوانة نحاسية من جهاز تقويم سنين من منطقة جهاز البرونز، وهو من صناعة عمدة بن أبي بكر بن عمدة البراشدي الأيوبي الأسطوخاوس.

معرض تاريخه إلى سنة ١٩١٨/١٨هـ = ١٩٧٧/٧١م، وهو محفوظ بمتحف تاريخ العلوم بجامعة ألكسندرية

(من: Derek de Solla Price, *Mifra*, February 1984, p. 36)

مراجع أجنبية في الاسطرلابات

(1) R.T. Gunter:

"Astrolabes of the World",
Oxford, 1932.

(2) H.M. Holloway:

"Check-List of the Samuel Verplanck
Hoffman Collection of Astrolabes",
New York, 1946.

(3) H.Michel:

"Traite de L'Astrolabe,"
Paris, 1947.

(4) M. Aga-Oglu:

"Two Astrolabes of the late Safavid Period",
Bulletin of the Museum of Fine Arts, Boston, 1947.

(5) L.A.Mayer:

"Islamic Astrolabes and their Works,"
Geneva, 1957.

(6) D.S.Price, S.L.Gibbs and J.A. Henderson:

"A Computerized Check-List of Astrolabes",
Yale University, 1973.

(7) J.D.North:

"The Astrolabe",
Scientific American, Jan. 1974, Vol. 230, No. 1, p. 98.

(8) S.L. Gibbs and G.Saliba:

"Planispheric Astrolabes from the National Museum of American History, Washington D.C.", 1984.

(9) Owen Gingerich:

"Islamic Astronomy",
Scientific American, April 1986, Vol. 254, No. 4, pp. 74-83.

٢٨، ٢ - الآلات الحربية

عن علم الآلات الحربية يقول حاجي خليفة أو كاتب جلبي (ت: ١٠٦٧هـ = ١٦٥٦م) في كتابه «كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون»^(١):

علم الآلات الحربية

وهو علم يتعرف منه كيفية اتخاذ الآلات الحربية كالمنجنيق وغيرها، وهو من فروع علم الهندسة، ومنفعته ظاهرة، وهذا العلم أحد أركان الدين لتوقف أمر الجهاد عليه.

ولينى موسى بن شاكر كتاب مفيد في هذا العلم، كذا في مفتاح السعادة^(٢).

وينبغي أن يضاف علم رمي القوس والبندق إلى هذا العلم، وأن ينبه على أن أمثلة ذلك العلم قسمان:

علم وضعها وصنعها،

وعلم استعمالها،

وفيه كتب.

ولقد وقف العرب والمسلمون على الجانب الأكبر من أدوات القتال ومعدات الحرب المعروفة في العصر الوسيط، ونسوق فيما يأتي أمثلة لهذه الأدوات نصفها في مجموعتين رئيسيتين هما:

الأسلحة الفردية، والأسلحة الجماعية.

١ - الأسلحة الفردية

بمعنى الأسلحة التي يقوم على استعمالها فرد واحد مثل:

١ - السيف، الخنجر، السكين، السهم، البلطة.

٢ - الرمح، والسلاح الأبيض عموماً.

٣ - القوس والنشاب.

٤ - الدبوس وهو المقمعة: عصا ثقيلة من خشب أو من حديد، تنتهي برأس كروي غليظ، والدبوس سلاح فعال ضد الدروع.

٥ - الجوشن: الدرع، والجمع جواشن.

٦ - المِجَن والمجناء: الترس.

٧ - الفرض والجوب: الترس.

(١) الجزء الأول، صفحة ١٤٥.

(٢) هو كتاب «مفتاح السعادة وبصباح السيادة في موضوعات الملوك» لأحمد بن مصطفى، الشهير بطاش كبري زاده، طبعة القاهرة، سنة ١٩٦٨م.

٨ - البارودة أو البندقية، وهي أداة رمي البندق بالمزاريق والأنايب بضغط الهواء من مؤخرة الأنبوب بما يشبه أنابيب البنادق، وإذا كانت البندقية تقذف بندقاً، فالبارودة ترسل قذيفة بها بارود.

٩ - القنابل اليدوية بأنواعها.

٢ - الأسلحة الجماعية

وهي الأسلحة التي يلزم لتشغيلها عدد من الرجال، مثل:

١ - المريا المحرقة.

٢ - الزرقات: راميات الرماح، شكل (١١٦ - أ).

٣ - العرادات: الأنواع الصغيرة من المنجنقات، شكل (١١٦ - ب).

٤ - المنجنقات، الأشكال (١١٧) إلى (١٢٢).

٥ - الدبابات أو الزحافات.

٦ - البندق: كرات تصنع من حجارة أو طين أو زجاج أو رصاص أو معدن.

٧ - المقذوفات بأنواعها لاسيما المشتعلة منها.

٨ - الحصاناه: نوع من الزناد والقذاحات.

٩ - أدوات الحصار.

١٠ - مكاحل النفط.

١١ - التفاثات: راميات النفط.

١٢ - عيارات التراكيب الكيميائية للأشغال النارية الحربية.

١٣ - المدافع.

هذا وسنقصر حديثنا على أهم الآلات الحربية التي عرفتها الحضارة الإسلامية، ألا وهي المريا المحرقة

والمنجنقات والمدافع والبارود.

مصادر مخطوطة ومطبوعة

في الأدوات الحربية، وفتون القتال عموماً

(١) - «التذكرة الهروية في الحيل الحربية»

لأبي الحسن علي بن أبي بكر الهروي السائح (المتوفى سنة ٦١١هـ = ١٢١٤م)

- مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - فهرس الكتاب الأول - رقم: [١٣٢١١ي]، كتب

بقلم رقعة، وتقع هذه النسخة في ٧٥ ورقة من وجه واحد، ومسطرتها ١٣ سطراً، وقد نقلت عن نسخة

بمكتبات استانبول.

أصدرت الكتاب مطبعة الم رابط بدمشق، سنة ١٩٧٢م.

(٢) - «كتاب الصناعة الحربية»

وبه مخطوطات، ويتناول فنون القتال.
لم يعرف مؤلفه.

- مخطوط مكتبة شستر بيتي بدبلن بايرلندا - رقم: ٤١٨٤، ويقع في ٥٥ ورقة، وهذه النسخة غير مؤرخة، ولعلها ترجع الى القرن ٨هـ = ١٤م، وربما كانت النسخة الوحيدة.

(٣) - كتاب «خزانة السلاح»

(مختارات في وصف السلاح)

لمؤلف غير معلوم.

- مخطوط دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ٢٧٩٦ - أدب، ويقع في ٤١ ورقة.

مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة - رقم: ٢٠ فنون حربية وفروسية.

وقد فرغ من كتابة المخطوط سنة ٨٤٠هـ = ١٤٣٦م.

(٤) - كتاب «الفروسية والمناصب الحربية»

لنجم الدين حسن الرماح المعروف بالأحدب^(١)

(٦٣٦ - ٦٩٥هـ) = (١٢٣٨ - ١٢٩٥م)

١ - مخطوط المكتبة الوطنية بباريس - رقم: عربي ٢٨٢٥، ويقع في ١٠٥ صفحات، مسطرتها ١٥ سطرا، كتبت بخط نسخي، وعلى المخطوط تملك سنة ١٨٤٨م.

٢ - مخطوط المكتبة الوطنية بباريس - رقم: عربي ٢٨٢٦، ضمن مجموع، الصفحات: ٦٦ - ١٠١، ومسطرتها ٢١ سطرا، كتبت بخط نسخي جميل، وتحمل هذه النسخة العنوان الآتي:

«كتاب المخزون لأرباب الفنون في الفروسية، ولعب الرمح وبنودها».

٣ - مخطوط مكتبة الحرم المكي الشريف - رقم: ٥٠ تاريخ، نسخة خزائية من القرن ٩هـ = ١٥م، ويقع في ٢٢٠ ورقة، مسطرتها ٩ أسطر.

والمخطوط مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة - رقم: ٨.

وقد صدر الكتاب بتحقيق عيد ضيف العبادي عن وزارة الثقافة والاعلام بالجمهورية العراقية، سلسلة

كتب التراث - رقم: (٢٢٢)، بغداد، سنة ١٩٨٤م، ويقع في ١٨٣ صفحة.

(٥) - كتاب «الأنيق في المناجيق»

لابن أرنبغا الزردكاش.

(١) اسمه الكامل: ونجم الدين حسن الأحدب بن أيوب الرماح بن محمد بن عيسى بن إسحاق الحنفي، إذ أن الأحدب كان صفة لنجم الدين حسن (الابن)، والرماح لقب لأيوب (الوالد)، ومن ثم الجمع بين اللقبين. راجع بروكلمان - ١: ٩٠٥.

ألفه سنة ٨٦٧هـ = ١٤٦٢م.

- مخطوط مكتبة أحمد الثالث - متحف طوب كابي سراي باستانبول - رقم: ٣٤٦٩، ويقع في ١١٩ صفحات.

مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة - رقم: ٤ - فنون حربية وفروسية.

وقد صدر هذا الكتاب عن معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب، ومعهد المخطوطات العربية.

سنة ١٤٠٥هـ = ١٩٨٥م، وذلك بتحقيق وشرح الدكتور إحسان هندي، ويقع الكتاب في ٢٨٨ صفحة، وقد أورد فيه المحقق الفاضل - على الصفحات ٢٣٧ الى ٢٥٥ - «ملحقاً بأهم التأليف الحربية والعسكرية التي وضعها المسلمون».

(٦) - كتاب «مصادر التراث العسكري عند العرب»

لكوركيس عواد.

مطبوعات المجمع العلمي العراقي، بغداد، سنة ١٤٠١هـ = ١٩٨١م.

(٧) - «عبارات النفط المحتاج إليها في الحروب»

لمؤلف غير معلوم.

مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة - فنون حربية وفروسية - رقم: ٢٨، ويقع في ٤١ ورقة.

(٨) - «الموسوعة العسكرية»

صدرت عن المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، الطبعة الأولى، سنة ١٩٧٩م.

(٩)

K. Huuri:

"Für Geschichte des Mittelalter lichen G aeshützwesens aus Orientalischen Quellen",

Helsinki, 1941.

المرايا المحرقة

وقف الاغريق على سلوك المرايا المستوية، كذا المرايا المقعرة، وذلك منذ زمن بعيد، وقد أدركوا منذ حوالي القرن الخامس قبل الميلاد أن تجميع أشعة الشمس في بؤرة عدسة بلورية إن هي سلطت على شيء قابل للاحتراق أحرقته، وهذه الظاهرة هي التي نتج عنها ما سمي بالمرايا المحرقة، ومن ثم فإن توجيه أشعة الشمس الى الأهداف البعيدة بحيث يحكم الترتيب لتقع في البؤرة يؤدي الى اشتعال أو إحراق هذه الأهداف.

ولعل أول من أشار الى هذه الظاهرة هو إقليدس^(١) صاحب كتاب الأصول أو الأركان في الهندسة المستوية (الجومطريا)، فمن المعروف أن لاقليدس كتابا في البصريات أو المناظر (Optics) عرج فيه على ذكر ظاهرة انعكاس الضوء، وفكرة تجميعه، وقد استخدمت المرايا المحرقة في حروب الاغريق والرومان.

ولقد كان لعلماء العرب والمسلمين باع في هذا العلم، ومن أشهر من صنف فيه :

- عطاردين محمد الحاسب المنجم (من القرن ٣هـ = ٩م).

- يعقوب بن اسحق الكندي (١٨٥ - ٢٥٢هـ) = (٨٠١ - ٨٦٧م).

- والحسن بن الهيثم (٣٥٤ - ٤٣٠هـ) = (٩٦٦/٦٥ - ١٠٣٩م).

فقد كتب الكندي «رسالة في مطرح الشعاع» توجد منها نسخة خطية وحيدة في مكتبة بانكيبور (بنته) بالهند، بين فيها الكندي كيفية صنع المرايا المحرقة التي ينعكس منها أربعة وعشرون شعاعا على نقطة واحدة، وكيف تكون النقطة التي يجمع عليها الشعاع على أي بعد شتتا من وسط سطح المرآة، وقد دعم الكندي مقولته بعشرين شكلا تغطي المبادئ الهندسية والجوانب العملية لهذه المرايا. وللكندي أيضا «رسالة في عمل المرايا المحرقة».

كذلك تعرض ابن الهيثم لجانبيات (Profiles) المرايا المحرقة، ودرس الجانبيه الدائرية، كذا جانبية

القطعية.

ويعرض ابن الهيثم في المقالة السادسة من كتابه «المناظر»^(٢) لأغلاط البصر في المرايا الآتية :

المرايا المسطحة

المرايا الكروية المحدبة

المرايا الأسطوانية المحدبة

المرايا المخروطية المحدبة

المرايا الكروية المقعرة

المرايا الأسطوانية المقعرة

المرايا المخروطية المقعرة

وعن «المرايا المحرقة» يقول أحمد بن مصطفى بن خليل الشهير بطاش كبري زادة (١٤٩٥ - ١٥٦١م)

في كتابه «مفتاح السعادة ومصباح السيادة في موضوعات العلوم»^(٣) :

(١) Euclid عاش في حوالي القرن الثالث قبل الميلاد.

(٢) خطوط مكتبة الفاتح باستانبول - رقم : ٣٢١٣.

(٣) طبعة القاهرة، سنة ١٩٦٨م، الجزء الأول، الصفحتان ٣٧٦، ٣٧٧.

علم المرايا المحرقة

وهو علم يتعرف منه أحوال الخطوط الشعاعية، المنعطفة والمنعكسة والمنكسرة، ومواقعها وزواياها ومراجعتها، وكيفية عمل المرايا المحرقة، بانعكاس أشعة الشمس عنها، ونصبها ومخاداتها. ومنفعته بليغة في محاصرات المدن والقلاع.

وقد كانت القدماء تعمل المرايا من أسطح مستوية، وبعضهم من مقعر كرة، الى أن ظهر «دنوفلس»، وبرهن على أنها اذا كانت أسطحها مقعرة بحسب القطع المكافئ، فإنها تكون في نهاية القوة والاحراق. وكتاب أبي علي بن الهيثم في المرايا المحرقة على هذا الرأي. هذا ونسوق فيما يلي بعض المراجع العربية في موضوع المرايا المحرقة.

مراجع في المرايا المحرقة

- (١) - «كتاب الأنوار المشرقة في عمل المرايا المحرقة» لعطارد بن محمد الحاسب المنجم - مخطوط مكتبة لاله لي باستانبول - رقم: ٢٧٥٩، ويقع في عشرين ورقة. مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة - رقم: ١٥ - كيمياء وطبيعيات.
 - (٢) - «رسالة ابن الهيثم في المرايا المحرقة بالدائرة» للحسن بن الهيثم البصري المصري. مطبوعات دائرة المعارف العثمانية، حيدر اباد الدكن بالهند، سنة ١٣٥٧هـ = ١٩٣٨م، وتقع الرسالة في ١٦ صفحة.
 - (٣) - «رسالة ابن الهيثم في المرايا المحرقة بالقطوع» للحسن بن الهيثم البصري المصري. مطبوعات دائرة المعارف العثمانية، حيدر اباد الدكن بالهند، سنة ١٣٥٧هـ = ١٩٣٨م، وتقع الرسالة في ١٥ صفحة.
- المنجنيقات
- المنجنيق كلمة من أصل فارسي، وتُجمع في اللغة العربية على: مجانيق، ومجانيق، ومناجيق، ومنجنيقات.
- والمصدر «جنيق».

وكلمة منجنیق تحريف لعبارة «من جه نيك»، وقيل إنها تعني «أنا ما أجودني»، أو بكلمة «منجك»، ويقصد بها الارتفاع الى فوق.

والجنتك: عود ذورقة طويلة.

وفي اللاتينية: Manganellus

والمنجنیق عبارة عن آلة حربية ثقيلة استخدمت في عمليات قذف ورمي الأحجار والسهام والقذائف المرسمة بالنفط، والكرات النارية، والصناديق النحاسية المتفجرة (صناديق المخاسفة)^(١) وقنابل الزجاج والغازات، والقنابل المدخنة الخائفة والمسيلة للدموع، والقنابل المضئية، كذا قذف الحشرات، وسلال أو جرار الأفاعي والعقارب، وحزم الرمم والقاذورات، وباختصار قذف كل ما يؤذي العدو ويرعبه وينال منه، وقد استمر استعمال المنجنیقات حتى حوالي القرن ٨هـ = ١٤م حين توقف اللجوء اليه إثر اكتشاف البارود واستخدامه في المدافع.

ويشير الكاتب الخوارزمي في كتابه «مفاتيح العلوم»^(٢) الى آلات الحروب كالمجانیق والعرادات، ويذكر من آلات المنجنیق: الكرسي، والخنزيرة، والسهم، والأسطام، وفيما يلي وصفها:

الكرسي: وصورته مثل صورة الشيء الذي يكون في المساجد يصعد عليه لتعليق القناديل.

والخنزيرة: وهي شيء شبيه بالكرة إلا أنه طولاني الشكل.

والسهم: وهو خشبة طويلة مستوية كالجدع.

والأسطام: وهي حديدة تكون في طرف السهم حيث يعلق حجر الرمي.

ونبين فيما يأتي بعض التسميات التي ترد في مجال الآلات الحربية:

الزراقات: راميات الأسهم^(٣)، شكل (١١٦ - أ).

النفاثات: راميات النفط.

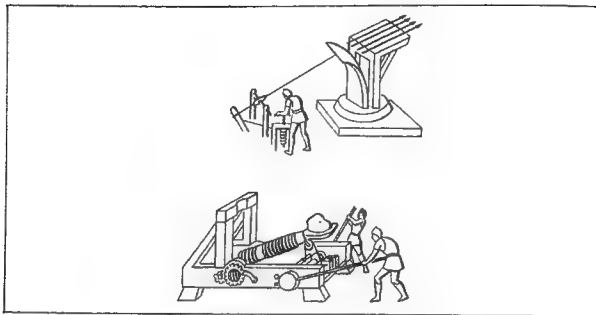
العرادة: منجنیق صغير لرمي الحجارة، ويمكن تحريكه ونقله بسهولة، الأمر الذي يسمح بمرونة كبيرة في المناورة والحركة.

المكحلة: المدفع، وعادة ما يكون صغير الحجم، وقد استعملت المدافع ومكاحل النفط منذ فجر الاسلام.

(١) غاسفة = قابلة للاحتراق والتفجير.

(٢) طبعة دار الكتاب العربي، سنة ١٩٨٤م، صفحة ٢٧٠.

(٣) يعرف السهم الذي يرسم من القوس أو من غيره: النشأ أو النشابة.

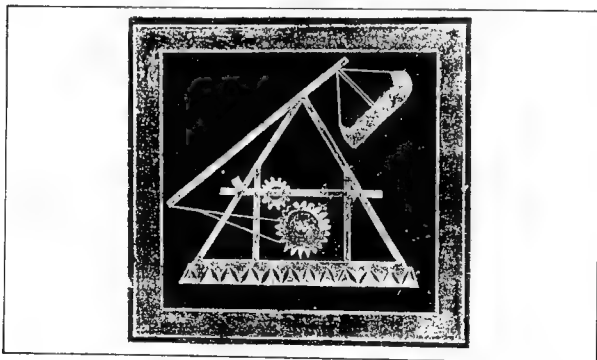


شكل (١١٦)

رسم تخييلي لراميات الأسهم وراميات الحجارة :

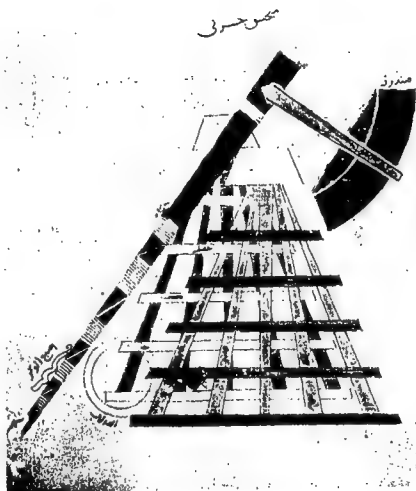
(أ) راميات الأسهم (الزراقات) (Arrow Catapult)

(ب) راميات الحجارة في عملية حصار (Siege Catapult) .

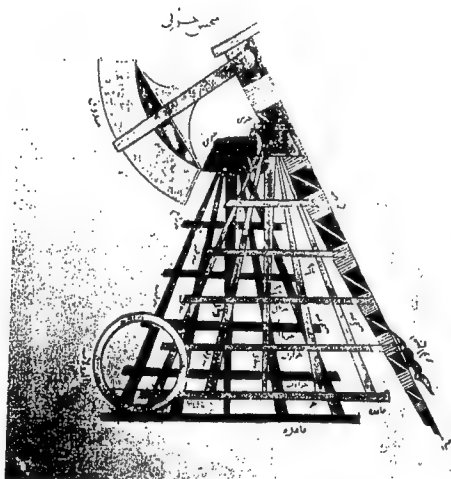


شكل (١١٧)

رسم تخييلي لمتجنيق من أعمال نجم الدين حسن الرواح المعروف بالأحذب (المتوفى سنة ٦٩٥هـ = ١٢٩٥م) .

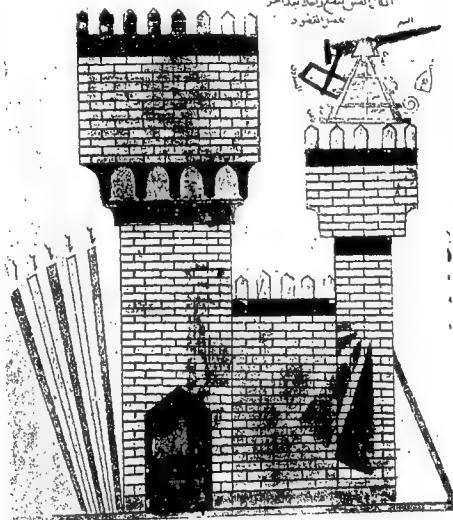


شكل (١١٨)
صورة منجنيق كما وردت في كتاب أرنيفما الزركاش . (القرن ٩هـ = ١٥م) .
(عن مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول ، صفحة ١٧) .



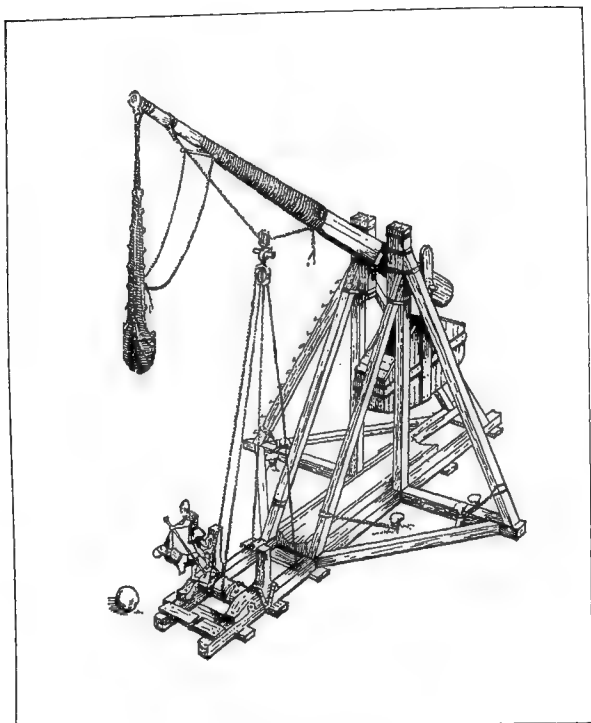
شكل (١١٩)
صورة متخيف من تراث أرنيفنا الزردكاش. (القرن ٩هـ = ١٥م).
(عن مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول، صفحة ٥٧).

منه برج خشب وقلعة برح احره يدرو عليه تجبر وندام الفودا الكبير فنة جسوناد اوصل الى
 القلعة الفين لمصع واصلت بعد احر
 بعملي المقصود



شكل (١٢٠)

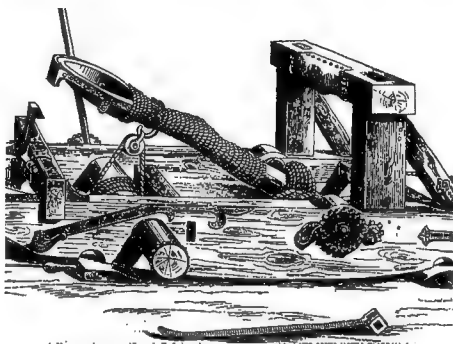
رسم متجنيق مُركَّب فوق برج قلعة حن أهبال أرتينغا الزردكاش (القرن ٩هـ = ١٥م)
 (عن مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول، صفحة ٧٢).



شكل (١٢١)

منجنيق الفرنكي، وصفه فيلار دي هنيكورت (Wilars de Honecourt)^(١)
(Great Engine of War: Catapult or Trebuchet)

(١) حوالي سنة ١٢٣٠ م. A.D.



شكل (١٧٧)
منجنيق روماني ضخم كما كان مستعملا في القرون الوسطى .
(Rpmn Catapult)

المدافع

السلاح القاذف كالبندقية أو البارودة أو المدفع هو سلاح ناري يبعث بقذائفه عبر مسافات بعيدة، ويكون مسبب القوة الدافعة للقذائف إما المرفق مثل البارود، أو غاز تحت ضغط، أو بفعل نابض (باعثقه).

ويجري تصنيف البنادق والمدافع بحسب حجمها وعيارها، فما يحمل منها يعرف بالأسلحة الصغيرة بأنواعها، وما تعمل منها بطريقة تلقائية بمعدل ٤٠٠ الى ١٦٠٠ قذيفة في الدقيقة الواحدة تعرف بالأسلحة المكنية (Machine Guns) أو بالأسلحة الرشاشة، أما الأنواع الكبيرة (والتي يتعدى قطر الفوهة فيها بوصة واحدة مما لا يحمل باليد أو على الكتف) فتعرف بالمدافع: Cannon^(١) or Artillery . والمدافع إما أن تكون ثابتة في مواقعها، وإما أن تكون مجهزة بنقلاتها الذاتية كالعجلات مثلا، شكل (١٢٣)، أو أن تكون محمولة على مركبات خاصة.

لا يعرف على وجه التحقيق من هو أول من اخترع البندقية أو المدفع، إلا أن معظم المؤرخين يعتقدون أن البنادق الأولى كانت على هيئة أسلحة مدفعية استخدمها العرب في شمال أفريقيا حوالي ١٢٥٠م^(٢)، هذا وقد أورد ابن خلدون (٧٣٢ - ٨٠٨هـ) = (١٣٣٢ - ١٤٠٦م) استعمال العرب للمدافع في حصار سبيلجاسة، ويوافق ذلك سنة ١٢٧٤م، ويبدو أن صناعة المدافع في العالم الاسلامي كانت شائعة تماما في ذلك الوقت من الهند شرقا الى اسبانيا غربا.

وقد ظهرت المدفعية الثقيلة على مسرح العمليات الحربية حوالي سنة ١٣٥٠م، وكانت المدافع في بداياتها تصنع من مصبوبات البرونز ثم من مصبوبات الحديد، وكانت تقذف كرات ثقيلة من الجحارة ثم من المعادن، شكل (١٢٣).

استعمل الفرنسيون مدافع صغيرة ضد الانجليز في ١٤٥٠م، كذلك استعمل الأتراك العثمانيون المدافع تحت قيادة السلطان محمد الثاني (الفاتح) في فتح القسطنطينية سنة ١٤٥٣م. وجدير بالذكر أنه لما كانت صنعة صهر المعادن وسبكها تضرب بجذورها العميقة في أرض الأناضول، فلا غرو إذن أن يبكر ظهور المدافع في العصر العثماني.

وتحكي لنا كتب التاريخ عن اهتمام الحكومات في العالم الاسلامي بتصنيع وتطوير مكاحلها ومدافعها، ونشير هنا على سبيل المثال لا الحصر الى ما أورده ابن إياس^(٣) من حديث عن تطوير المدافع في مصر على أيام قانصوه الغوري في الفترة (٩١١ - ٩٢٠هـ) = (١٥٠٤ - ١٥١٤م).

(١) كلمة Cannon مشتقة من الأصل اللاتيني Canina ، وتعني ماسورة أو أنبوب أو بوصة. وفي الانجليزية: Reed, Flute

(٢) راجع: The World Book Encyclopedia", World Book-Childcraft International, Inc., 1981, vol. 8, p. 424.

(٣) ابن إياس: «المختار من بدائع الزهور في وقائع الامور»، مطابع الشعب، القاهرة، سنة ١٩٦٠م.



شكل (١٢٣)

رسم تخطيطي لمذفع نموذجي من القرون الوسطى، وطريقة ضبط توجيه المذائف.

يقول ابن إياس عما حدث في يوم الاثنين الثامن من ربيع الأول سنة ثمان عشرة وتسعمائة :
«وقيل إن السلطان سبك نحواً من سبعين مكحلة ما بين كبار وصغار من نحاس وحديد، فكان منها أربع كبار، فقليل وزن كل واحدة منها ستائة قنطار شامي^(١)، فكان طول كل واحدة نحواً من عشر أذرع^(٢)» . . .

ومنذ هذه البدايات تطورت مدفعية الميدان تطوراً هائلاً في الحجم والدقة وقوة النيران، وتعاضم دورها في المعارك الحربية، ولعل نابليون هو أول قائد يجمع ويتركز مدفعيته في كتيبة واحدة يسلط نيرانها الكثيفة على موضع واحد ليفتح ثغرة في صفوف العدو قبل أن ينسل إليها بمشاته.

ولعل من أهم ما عُرف من تراث العرب والمسلمين في مجال الفنون الحربية: «كتاب العز والمنافع للمجاهدين في سبيل

الله بالآلات الحروب والمدافع»

(١) القنطار الشامي يساوي حوالي ريع طن متري (٢٥٦ كيلوجراما).

(٢) بالذراع الشرعي يبلغ الطول حوالي خمسة أمتار.

ألفه بالأعجمية (الاسبانية) الرئيس ابراهيم بن أحمد بن غانم بن محمد بن زكريا الأندلسي المشهور بالرباش (من القرن ١١هـ = ١٧م)، وترجمه الى العربية أحمد بن قاسم بن أحمد بن قاسم بن الفقيه بن الحجري الأندلسي (ترجمان سلاطين مراکش)^(١).

وقد تم تأليف هذا الكتاب في حدود سنة ١٠٤٢هـ = ١٦٣٢م، وفرغ من ترجمته الى اللسان العربي سنة ١٠٤٨هـ = ١٦٣٨م^(٢).

من مخطوطات الكتاب:

- ١ - مخطوط دار الكتب الوطنية بالجزائر - رقم: ١٥١١، فرغ من كتابته في تونس في شهر ذي القعدة سنة ١٠٥٠هـ الموافق لشهر فبراير سنة ١٦٤١م.
- ٢ - مخطوط دار الكتب الوطنية بفينا - رقم: ١٤١٢، فرغ من كتابته في تونس في شهر ذي القعدة سنة ١٠٥٠هـ الموافق لشهر فبراير من سنة ١٦٤١م.
- ٣ - مخطوط دار الكتب الوطنية بتونس - رقم: ٣٤٣٣، وهذه النسخة غير مؤرخة، ولعلها كتبت في القرن ١١هـ = ١٧م.
- ٤ - مخطوط مكتبة شستريتي بدبلن بايرلندا - رقم: ٤١٠٧، ويقع في ١٢٥ ورقة، نسخه محمد خوجة بن أحمد بن قاسم، نجل العرب، وذلك بخط مغربي جيد، والمخطوط مزود برسومات، ويرجع تاريخ النسخ الى شهر المحرم سنة ١٠٦٢هـ الموافق لشهر ديسمبر سنة ١٦٥١م.
- ٥ - مخطوط دار الكتب المصرية بالقاهرة - رقم: ٩٧ - فروسية، فرغ من نسخه سنة ١٠٦٤هـ = ١٦٥٣م.
- ٦ - مخطوط مكتبة شستريتي بدبلن بايرلندا - رقم: ٤٥٦٨، ويقع في ٣٩ ورقة، كتبت بخط مغربي دون ذكر لتاريخ الكتابة، ولعل المخطوط يرجع الى القرن ١١هـ = القرن ١٧م، وهذه النسخة ناقصة.
- ٧ - مخطوط الخزانة التيمورية بدار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة - رقم: ٨٦ - فروسية وفنون حربية، ويقع في ١٣٠ ورقة، تمت كتابتها سنة ١١٩٨هـ = ١٧٨٣م.
- مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة - رقم: ٢٤ - فنون حربية.
- ٨ - مخطوط دار الكتب الوطنية بالجزائر - رقم: ١٥١٢، ويرجع تاريخ كتابته الى سنة ١١٩٨هـ = ١٧٨٣م.
- ٩ - مخطوط الخزانة العامة - الجلاوي - الرباط، رقم: ٨٦٨، ويقع في ٢٢٧ صفحة من القطع الكبير، كتبت بخط مغربي حسن دون ذكر التاريخ.
- ١٠ - مخطوط الخزانة العامة بالرباط - رقم: D 1342، ويبدو أن هذه النسخة مختصرة.

(١) بروكلمان GAL - II: 466.

David James: "The Manual de artillería of al-Ra'is Ibrahim b. Ahmad al-Andalusi with particular reference to its illustrations and their sources".

Bulletin of the School of Oriental and African Studies, University of London, Vol. XLI, part 2, (1978), pp 237-257.

وجدير بالذكر أن نسخة المؤلف الأصلية وهي مكتوبة باللغة الاسبانية لاثزال مفقودة، وعند إتمام الترجمة قام ابن المترجم بعمل عدة نسخ خطية منها .
ولقد كان من نتيجة الطرد^(١) الجماعي أن هاجر المسلمون من الأندلس الى تونس كيبا يلحقوا بإخوانهم في الدين، وكان من بين هؤلاء المهاجرين كثيرون من ذوي الخبرة والدراية في فنون عدة منها الفنون الحربية .
هذا وقد ولد المؤلف في تولُس من أعمال غرناطة، وانتقل مع أسرته الى اشبيلية حيث بدأ ارتباطه بالبحرية منذ عام ١٥٨٦م، واشتغل بالملاحة مدة ثلاثين عاما^(٢)، وقدم الى تونس سنة ١٦٠٩م أو ١٦١٠م^(٣)، وبعد مقامه فيها عددا من السنين عزم الرئيس ابراهيم على تسجيل معارفه الفنية في المدافع، فبدأ في كتابة مصنفه الذي نحن بصدد سنة ١٦٣٠م وأكماله في عامين في قلعة «حلق الوادي»، وقد مكث فيها ١٤ عاما، وكتب هذا الدليل ليكون في خدمة جنود القلعة، ويقع هذا المصنف في خمسين بابا .
ويقول الرئيس ابراهيم في كتابه :

« . . ثم فرج الله علي من الأسر بعد السبع سنين، ثم ولينا الى تونس، والامير يوسف داي^(٤) أمرنا بالعود في حصن حلق الوادي، ونحن من أهل الجيش في الراتب، وفيها كملت معرفة آلات المدافع، بالاشتغال بيدي، وفيها بالقراءة في كتب الفن بالأعجمية .

ولما رأيت الطائفة السماة بالمدافعين المرتبين لا معرفة لهم بالعمل، عزمت على تصنيف هذا الكتاب، لأن كل مدفع له قيمة مال، وتعب في إيجاده، ثم يوكل تسخير الرمي به من يكسره ويفنيه في الرمية الأولى أو في الثانية، والموكل عليه الذي يعمره قريبا من الهلاك، فحملني على تصنيفه (و) النصح له، ولن وكل عليه .

ويتجه المؤلف الى الله داعيا إياه أن ييسر له ترجمته فيقول :

«نستل^(٥) الله أن يقبل النية، إنها أبلغ من العمل، وأن يسر لي من يعربه بالعربية من الكلام الاشبانيول، وهو الكلام العجمي المتصرف ببلاد الأندلس، ولا قصدت به نفعا دنياويا بل الاخلاص لله تعالى بترجمته لنكتب منه نسخا ونبعثرها ان شاء الله لبعض المواضع من بلاد المسلمين . . .» .

ويقول المؤلف في معرض حديثه عن خدمته في البحرية واشتغاله بالآلات الحرب :

« . . ووقع الحرب الشديد بمدينة اشبيلية، وتولعت بالسفن في البحر المحيط، فسافرت فيها مرارا، ثم سافرت في السفن الكبار السماة بالغليونية بالأعجمية التي تأتي بالقضبة من الهند المغربية، فكانت تمشي

(١) كان الخروج الأول سنة ١٥٧١م، والخروج الثاني في يناير سنة ١٥٨٤م، والخروج الأخير سنة ١٦٠٩م (ويعرف بالقيمة) .

(٢) كان المؤلف كذلك قائد مدفعية .

(٣) في آخر أيام عثمان داي حاكم تونس (١٥٩٤ - ١٦١٠م) .

(٤) حكم في الفترة : ١٦١٠ الى ١٦٣٧م .

(٥) هكذا في الأصل المخطوط .

عباره كذا هي من عاداتهم .

وفيها جيش ورجال عارفون بالآلات الحرب البارودية ، وكانوا يجتمعون مع أكابر القوم للكلام في تلك الصناعة ، وتارة يأتوا بالكتب المؤلفة في ذلك الفن ، وهي كثيرة ، لأن العارفين بالعلم والمباشرين بالعمل وغيرهم لما رأوا أن ملوكهم يعظمون أهل هذا الفن ، ولأن يؤلف فيه ، فاعتنوا به ، وكنت أجالسهم واحفظ بعض ما يتفقون عليه ، ونشتغل بيدي في المدافع وجميعهم لا يظنون في أنني أندلسي . . .

من هذه النصوص يبين لنا أن المؤلف قد وقف على كثير من المعارف الفنية الخاصة بالآلات المدافع صنعا ومباشرة ، وأنه اطلع على أعمال الاسبان في هذا المضمار ، ومن ثم يمكن القول بأن الكتاب الذي نحن بصدده يمثل حالة المعارف في المدافع شرقا وغربا على حد سواء في القرن ١٠هـ = ١٦م .

البارود

(Gunpowder)

البارود هو أقدم ما عرف من المفرقات على الإطلاق ، حيث استعمله الصينيون والعرب وأهل الهند ، وقد قل استعماله بظهور مفرقات أشد منه فتكا .

ولعل أول مكونات خليط البارود (Gunpowder) ويسمى ملح البارود (Saltper or Saltpetre) ، واسمه العلمي نترات البوتاسيوم (Potassium Nitrate) ، لعل ملح البارود هذا قد عرفه القدماء في تجهيز اللحم ، وربما يكون قد حدث بالصدفة أن وقع بعض من هذا الملح على النار فأعطى لها متوجها ، ومن هنا قد يكون الانسان الأول قد وقف على صفات ملح البارود الداعمة للنار ، ومن المحتمل كذلك أن يكون الأوائل قد أضافوا الى هذا الملح ما يذكي الاشتعال مثل برادة الخشب أو نشأته ، ولعل قلة وفرة الخشب قد ألجأت الانسان الى إضافة الفحم وهو ثاني مكونات البارود ، فتوصل الى استعماله في الألعاب النارية ، وقد عرف خليط ملح البارود (نترات البوتاسيوم) مع الفحم «بالنار الصينية» (Chinese Fire) ، وقد جرى استعمال هذا الخليط قبل مولد السيد المسيح بزمان طويل ، كما صار حشو عيدان الخيزران والنسهم المجوفة به ، ولعل ذلك يحدد البدايات الأولى للصواريخ ذاتية الدفع التي تعمل بتمدد الغازات داخل الأنابيب المجوفة ، وبذلك يمكن القول بأن أهل الصين قد وقفوا على خليط ملح البارود والفحم ، إلا أنه ليس لدينا دليل على وقوف الصينيين على الخليط المكتمل الذي يضم المكون الثالث وهو الكبريت .

البارود عند العرب

لعل العرب هم أول من سبق الى معرفة الصيغة الكاملة لخليط البارود التي تتكون من :

١ - ملح البارود أي نترات البوتاسيوم : بنسبة حوالي ٧٥٪

٢ - الفحم النباتي : بنسبة حوالي ١٥٪

٣ - الكبريت : بنسبة حوالي ١٠٪

وبين الجدول (٢١) بعض أمثلة لتراكيب المفرقات في القرن السابع الهجري (= القرن ١٣ م) كما جاءت في كتاب «الفروسيه والمتاصب الحربية» لنجم الدين حسن الرماح (٦٣٦ - ٦٩٥ هـ) = (١٢٣٨ - ١٢٩٥ م)، ويتضح من الجدول أن جميع الخلطات يدخل فيها البارود بعشرة دراهم، ومعه كبريت بنحو درهمين في المتوسط، يضاف الى ذلك فحم أو زرنين ومكونات أخرى بنسب صغيرة، ويدل العدد الكبير من هذه الخلطات على اهتمام العرب والمسلمين بتطوير هذا المفرق ليشق طريقه الى المنجنقات ثم الى المدافع.

هذا وتؤكد كتب التاريخ استعمال العرب للقذائف النارية في الحروب الصليبية في وقت كانت أوروبا تجهل فيه تماماً خليط البارود. يؤيد ذلك استعمال قنابل البارود ضد الصليبيين عند حصارهم للقسطنطينية سنة ١٠٦٤ هـ = ١١٦٨ م.

البارود عند أهل الصين

يعتبر أقدم مرجع يسجل استعمال مبدأ الدفع الصاروخي ما جاء بالنشرة الصينية (Chinese Chronicle: T-hung-lian-kang-mu) التي تشير الى تاريخ الدفـع الصاروخي بعام ١٢٣٢ م (= ٦٣٠ هـ)، وذلك خلال حصار المغول لمدينة بيكن (Kai-fung-fu (Pien-King حيث استخدم الصينيون سلاحين جديدين هما:

١ - الرعد المنزل للسماء (Heaven Shaking Thunder).

٢ - السهم المظوف بالنار (Arrow of Flying Fire).

كما يدل على وقوفهم على البارود منذ القرن ١٣ م = ٧ هـ على أقل تقدير.

البارود في الغرب

لم يقف العالم الغربي على دقائق صنع البارود إلا سنة ١٢٤٢ م (= ٦٤٠ هـ) عندما نشر روجر بيكون (Roger Bacon^(١)) من جامعة أكسفورد بانجلترا كتابا بعنوان:

« De Mirabili Potestate Artis et Naturae » بين فيه تركيب خليط البارود على النحو الآتي:

في النص الانجليزي:

"... but of saltpeter take 7 parts, 5 of young hazel twigs, and 5 of sulphur; and so thou wilt call up thunder and destruction, if thou know the art".

أي: «أما من ملح البارود (نترات البوتاسيوم) فخذ ٧ أجزاء، وخمسة من خشب البندق (أو الجلود)، وخمسة أجزاء من الكبريت، وبذلك يمكنك تسميتها بالرعد والتدمير ان كنت على علم بهذا الفن».

وهكذا يظهر وجود الكبريت كثالث مكونات البارود، وإن كان استعماله قد سبق عصر روجر بيكون

بوقت غير قصير.

(١) (١٢١٤ - ١٢٩٤ م) = (٦١١ - ٦٩٤ هـ).

جاء من بعد روجر بيكون القس الألماني برتهولد شفارز (Berthold Schwarz) في القرن الرابع عشر للميلاد حيث قام بتطوير هذا المفرق عمليا خلال النصف الأول من القرن، وقد بدأ استعمال القرب للبارود في المدافع منذ حوالي سنة ١٣٤٦ م.

ولما كان تاريخ بداية عصر النهضة يقوم على ركيزتين أساسيتين هما اكتشاف البارود واختراع الطباعة، هذان الحدثان اللذان كان لهما أبلغ الأثر على مسيرة الحضارة الحديثة، صار من الأهمية بمكان معرفة أصحاب الفضل في اكتشاف خليط البارود، ولعل هذه الدراسة الموجزة تكون قد أكدت على سبق العرب الى معرفة خليط البارود المكون من ملح البارود (نترات البوتاسيوم) والفحم النباتي والكبريت، والوقوف على كيفية صنع البارود، وعلى قدرته التدميرية العالية.

جدول «٣١»

جانب من عيارات البارود الواردة في كتاب
نجم الدين الرماح (الصفحات ١٥٥ - ١٧١)

للكونسات بالدرهم										العيار
بارول	كبريت	فحم	برادة	جرادة حديد	جرادة فولاذ	ملاح	حديد صخري	حصا البان	زادوخ	
١٠	٢	٣	٥							صبار زهر القلندر
١٠	٢	٣	١٠							صبار زهر شجر عربي
١٠	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	٣							صبار زهر شجر عربي
١٠	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$			٢					صبار زهر شجر عربي
١٠	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$				$2\frac{1}{2}$				صبار زهر شجر عربي
١٠	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$					٩			صبار زهر شجر عربي
١٠	٣	$\frac{1}{2}$				٤		$\frac{1}{2}$		صبار زهر شجر عربي
١٠	٣	$\frac{1}{2}$								صبار زهر شجر عربي
١٠	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$							$1\frac{1}{2}$	صبار زهر شجر عربي
١٠	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$							$1\frac{1}{2}$	صبار زهر شجر عربي
١٠	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$							$2\frac{1}{2}$	صبار زهر شجر عربي
١٠	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$							$2\frac{1}{2}$	صبار زهر شجر عربي
١٠	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$								صبار زهر شجر عربي
١٠	٣	$\frac{1}{2}$								صبار زهر شجر عربي
١٠	٢	$\frac{1}{2}$								صبار زهر شجر عربي

معجم صنعة الآلات عند الأوائل

المحتويات

عدد المصطلحات

٢٦٤

١١

٢١

٦١

٢٧

المجموع: ٣٨٤ مصطلحا

١ - الآلات الروحانية وميخانيقا الماء

(وتشمل الأواني العجيبة، وآلات رفع الماء الى
جهة العلو، والدواليب المؤلفة للحركة . الخ)

٢ - آلات الساعات

٣ - آلات شيل وجر الأثقال

وآلات الحرب

٤ - الآلات الرصدية ومكوناتها

٥ - الآلات الموسيقية

معجم صناعة الآلات عند الأوائل

١ - الآلات الروحانية ومبخاتيقا الماء

(أ)

البشيزج أو البشيزجه لفظ مأخوذ من الأصل الفارسي بشيزه، وهو الثقب يدعم أو يقوي بحلقة ماسكة.	ابشيزكه
وعاء له عروة وبليلة لصب السائل.	إبريق
لفظ فارسي الأصل يُطلق على نوع من الحمضيات (Citron)	أترجة، أترج
حوض.	إجانة
مخرج السائل كمخرج اللبن من الضرع والثدي.	إحليل
الجلد صموا (Hide-Leather).	أدم
لفظ إغريقي (= بانسقوس)، لمل المقصود به آنية مستقبلية قابلة للتحريك.	أرماريون
جمع «أسطون»، وهو لفظ إغريقي بمعنى عمود أو محور.	أساطين
لفظ فارسي بمعنى معدن «الرصاص».	أُسرب
أو اصطفاص، لفظ إغريقي بمعنى عنصر أوركين.	أسطقس
كلمة فارسية الأصل، مكونة من مقطعين هما: سفيد، رو.	اسفادروح
بمعنى برونز أبيض، ولعل كلمة اسفادروح لفظ مجرّف عن اسفادروح (White Bronze).	اسفادروه
راجع سكرجة.	إسكرجة
ترتيبات أوحيل تعتمد في عملها على سلوك الهواء، ولما كان هذا الأخير غير مرئي، فإن الحركات الناتجة عنه تبدو من فعل الأرواح، ومن هنا جاءت - استنتاجا - تسمية «الروحانية».	آلات روحانية
جسم أسطوانى مجوف يسير فيه المائع (Tube).	أنبوب
أنثى الصمام قاعدته التي يقابلها الجزء السدادي (Plug) الذكر وتسمى قاعدة الصمام أيضا «بثور»، وهو الجزء المدخول فيه (Valve Seat).	أنثى
لعملها صورة مرادفة لكلمة «إجانة».	إنجانة

(ب)

بمعنى صمام، وهو أداة يجري بها التحكم في سريان المائع.	باب
صمام الطرد أو صمام الخروج، ويوجد على سبيل المثال في التقاطات والزراقات.	باب المدفع
صمام السحب، أو صمام الدخول.	باب المنشف

باب ذو قرص	: صمام ذو قرص مفصلي يسمح بمرور السائل في اتجاه واحد فقط .
رداء	: (Hinged Clack Valve - Non-Return Valve) .
باب مطحون	: صمام يتركب من ذكر وأنثى ، يدخل الذكر في الأنثى بحيث يكون ملاصقا لها تماما ، ويكون السطحان المتقابلان مخروطيين حيث يجري تطبيعهما بحركة ضاغطة دوارة .
	ويعرف هذا الصمام بالصمام المخروطي أو صمام الجزرة ، وأكثر ما يكون الذكر صنوبري الشكل .
	ويقال : انصحن الشيء في الشيء اذا تحرك فيه من دون فرجة بينهما ، ويتم فتح وغلق الصمام بإدارة الذكر في الأنثى .
	(Cone or Conical Valve-Ground-in-Valve)
باب مغيض الماء	: باب خروج الماء (Wateroutlet) .
باب مهندم	: صمام شغلت أسطحه المتقابلة لتتزوج مع بعضها البعض ازواجا محكما (Tight-fitted Valve) .
باطية	: جرة كبيرة من الفخار ، يطلق عليها في مصر بلاص (وجمعها بلاليص) ، وكلمة «باطية» لاتزال تستعمل في تركيا (Pitcher) .
بانسقوس	: لفظ إغريقي (= أرماريون) ، لعل المقصود به آنية مستقبلية قابلة للتحريك .
بثور	: بثور الصمام بمعنى قاعدته (Valve Seat)
بثيون	: لفظ من أصل إغريقي بمعنى صمام ، وعادة ما يكون ذا محور رأسي ، وترد بنفس المعنى الألفاظ : بيثون ، فيثون ، فثيون .
بخش	: ثقب صغير .
بريخ	: أنبوب قصير ذو قطر كبير نسبيا .
براني	: خارجي .
برج	: يطلق على جسم المضخة ، أي اسطوانتها .
بركار	: لفظ فارسي الأصل ، بمعنى جسم يتحرك على استدارة كالرحا ، ويعرف في الوقت الحاضر بالفرجار ، ويستعمل في رسم الدوائر والأقواس .
بركان السرن	: أجنحة السرن (Blades) ، أو ريشات السرن (Vanes) .
برنية	: نوع من الأواني كبير نسبيا (Large Vessel made of earthenware or stoneware)
بزال	: بمعنى صمام (Valve) ، وعادة ما يكون أفقي المحور (بزل الشراب : إسلاته ، والبزال موضع البزل ، أي التدفق أو الخروج) .
بكوة	: لفيفة أو عجلة يلف حولها حبل أو سير أو سلسلة لنقل الحركة (وبالتالي نقل القدرة) (Pulley)
بليلة	: لفظ من أصل فارسي ، بمعنى أنبوب دقيق لمرور السائل .

بلوطة	: حديدية على هيئة ثمرة البلوط ، ترتكز عليها نهاية المحور أو السهم (مرتكز محوري Axial or Thrust Bearing) .
بندقية	: كرة صغيرة عادة ما تصنع من معدن .
بنكان	: خزان أو مستودع (Reservoir) .
بيلو ،	: لفظ إغريقي الأصل بمعنى صمام (أو حنفية) أصل الكلمة : أبيتونيون وإستوميون
بيزر	: لفظ من أصل فارسي ، يقصد به خشبة (أو رافعة أو عتلة أو ذراع) مستدقة ، وفي الصحاح للمرعشلي : البزر خشب القصار الذي يدق به .
بيضه	: طلى بالرمصاص الأبيض أي بالقصدير (Tinning) .
	(ت)
تابوت	: صندوق مستطيل الشكل يصنع من خشب أو من حجر .
تخنججة	: والجمع تخناجج ، وهي الألواح ، والكلمة من أصل فارسي ، وتعني لوحا .
ترايزيم	: لفظ فارسي بمعنى شرفة أو ستارة خزفية .
تُرس	: الترس هو الدرع ، والجمع أتراس (Shield) .
ترش	: الرش : المطر القليل ، والجمع رشاش .
تنور	: لفظ فارسي الأصل ، بمعنى الموضع الذي يجف فيه ، ويستعمل أيضا في معنى جسم الصمام (Valve Body) .
	(جـ)
جاف	: مائع لتسرب الماء أو السائل .
جام	: وعاء كبير ، أو إناء من فضة ، كما ترد الكلمة في معنى القرص الصغير (Small Disc or Plate)
جام الجور	: إناء يملأ شرابا ، ثم ينكس فلا ينصب منه شيء ، فيوهم الشارب أنه قد استوفى ما فيه .
جام العدل	: إناء يعمل وتركب فيه أنبوبة فوق أنبوبة ، وتكون العليا مثقوبة ، وأسفل الإناء مثقوب . أو هو إناء يملأ شرابا ، إذا زيد فيه شيء فوق المقدار المحدد انصب كل ما فيه .
جامعة	: قرص صغير جام : لفظ فارسي الأصل بمعنى كأس أو قديم أو وعاء من البرونز .
جرة	: وجمعها جزار ، وتطلق على إناء من الخزف ، ومنها البلاص في مصر ، وتبلغ سعته حوالي لترين .
جريدة ودولاب مسنن	: مسطرة مستقيمة مسننة تتعاشق مع أسنان عجلة مسننة (Rack and Pinion) .
جذعة	: ثقب أو فتحة مشغلة في حجر الأونكس أو الجزع .
جزعة	: (حجر الجزع = onyx) ، وذلك للحد من التآكل . (Onyx Orifice for controlling flow) .
جمرة	: فحمة متقدمة .
جناح	: والجمع أجنحة ، بمعنى ريشات الدواب الدولاب ، يصطلم بها السائل المندفغ فيديرها .
جنزير	: تحريف لكلمة «جنجير» الفارسية الأصل ، ويعني بها السلسلة الثقيلة .

جهاز اسطون : لفظ من أصل فارسي : جهاز بمعنى أربعة ، وإغريقي : اسطون بمعنى عمود أو محور ، ومن ثم يشير اللفظ الى جهاز ذي أربعة محاور أو أعمدة .
 هذا ويرد اللفظ أيضا على الصورة : شهارسطون ، ولعل هذه الكلمة تشير الى مسنن قفصي ذي
 لفظ فارسي بمعنى آلة لتشكيل الأسطح الدورانية ، وتعرف هذه الآلة في الوقت الحاضر بالمخرطة (Lathe) .
 جهر :
 جروسة : بمعنى خيط فضي أو معدني ملفوف .

(حـ)

حافة : مركّز داخلي أو خارجي لدولاب مائي .
 حبس : منع تدفق السائل بترتيبة تعتمد على حركة الهواء .
 حجاب : جدار فاصل بداخل الوعاء .
 حذبة : بمعنى نتوء (Cam) ، التحدّب - التقبّ (Convexity) .
 حديد : الحديد معدن معروف ، لأنه منيع ، والحديدية أخص منه ، والجمع حديد .
 حق : والجمع أحقاق وحقات وحقوق .

والحق وعاء صغير ذو غطاء يصنع عادة من زجاج أو من عاج ، أو هو أسطوانة مغلقة من طرف
 ومفتوحة من الطرف الآخر (Catchpot) .
 حنّانة : الحنون : ربح لها حنين كحنين الأبل ، والحنانة دولاب مائي يصدر عنه صوت حنون .
 حوض : جمع للماء أو للسوائل عموما (Tank or Trough) .
 حيزان : ملفوف على حلقات أو وصلات متعاقبة .

(خـ)

خابية : وعاء كبير (Large Vessel, container or reservoir) .
 خروقة : مركّز محوري صغير (Small Thrust Bearing) .
 خزانة : ما يخزن أو يجمع فيه .
 خوصة : الخوص : ورق النخل ، والواحدة خوصة ، والخوصة المعدنية يقصد بها شريط معدني (Strip - Band) .

(د)

دالية : آلة تسقى بها الأرض العالية ، أو المنجنون يديرها البقر .
 دبة : عوامة - طفافة (Float) .
 دقل : خشبة طويلة تشد في وسط السفينة يمد عليها الشراع
 (ابن منظور)
 دندان : سنّة ، والجمع دندانجات .

دندانجة	: لفظ فارسي بمعنى ذات أسنان .
دوارة ذات أجنحة	: دولاب مائي ، أو عنصر دوار (Rotor) ذوريشات (Blades) يصدم فيها تيار الماء .
دوارة ذات أسنان	: دولاب أو عجلة مسننة (Toothed Wheel) تتعاضد مع عجلة قفصية (Cog Wheel) .
دولاب	: بمعنى عجلة تدور (Rotating Wheel) .
دولاب الدندانجات	: عجلة مسننة (Toothed Wheel) .
دولاب ذو دندانجات	
دولاب ذوريشات	: عجلة دوارة مركب على محيطها ريشات (Blades) .
دولاب ذو فرجات	: عجلة دوارة مشكل بمحيطها فرجات لمرور الماء ، وتشابه التريئة رد الفعلية (Vaned Wheel) .
دولاب ذو كفات	: عجلة دوارة مركب على محيطها كفات يصطدم بها تيار الماء ليكسبها حركة دوارة ، وهذا النوع من المعجلات يعرف اليوم بالتريينات الدفعية (Impulse Turbine) (Scoop Wheel - Paddle Wheel) .
دولاب مندي	: عجلة دوارة قفصية الشكل (Lantern Pinion) .
ذكر	(ذ)
	: ذكر الصمام قلبه السدادي الشكل (Plug) ، وهو العنصر المُلَوِّج ، ويسمى ذكر البيثون السهم .
	(ب)
ربع	: مبيت العوامة (Float Chamber) .
رحى - رحا	: الرحي معروفة ، وهي قرص مستدير يدار ليقوم بعملية الطحن (Millstone) ، والجمع أرحاء .
رُدادة	: نوع من الصمامات ذات المفصل ، والتي تسمح بمرور السائل في اتجاه واحد
	فحسب (Check Valve or Non-Return Valve) .
رزة	: الحديدية التي يدخل فيها القفل ، وقد رززت الباب ، أي أصلحت عليه الرزة .
	والرزة حديدية تدق في الأرض أو في الحائط لربط الفرس .
رصاص أبيض	: لعله القصدير (Tin) .
رصاص قلعي	: اسم معدن ينسب اليه الرصاص ذو الجودة العالية .
رصاص	: غطى برصاص أو بقصدير .
ركن	: لفظ يستعمل في معنى مركز ، غالبا ما يكون للأحمال الكبيرة (Heavy Duty Bearing or Support) .
رمانة	: كتلة على هيئة ثمرة الرمان ، تستعمل في القبان العربية (أي مقاييس الوزن العربية) .
روشن	: لفظ من أصل فارسي بمعنى نافذة ، كذا منير أو مُضيء .
ريشة	: في دولاب الماء هي القطعة المعدنية التي يرتطم بها الماء المندفع (Blade) .
ريشات موزبة	: (Slanting or Staggered Blades) ريشات مصفوفة بشكل مائل بالنسبة لمحور الدولاب .
زراقة النفط	: قاذفة النفط (Naphta Ejector) .

زُرْقِين	: شُرْجِي (Strip) ، أو حلقة تُدَقُّ على الباب أو الصندوق بغرض قفله .
زُرُونِق	: آلة تُسْقَى بها الأرض العالية .
زَفَت	: القبر، جرة مزفنة ، أي مطلية بالزفت .
زَق	: الزق: السقاء، وجمع القلة أَرْزَقاق، والكثير زِقاق وزُقَّان .
زَنْجِير	: لفظ فارسي الأصل بمعنى سلسلة ثقيلة .
(س)	
سارقة الماء	: مثعب أو سيفون بسيط (Simple Siphon) .
ساروج	: كذا «ساروج» و«صهروج» ، نوع من الملاط تملط به الأحواض .
ساقطة	: أرضية متحركة ، سقاطة (Latch) .
ساقية	: دولاب ماء عادة ما يدار بداية لرفع الماء الى جهة العلو .
سحارة	: مثعب أو سيفون بسيط ، أو سارقة الماء ، ومنها السحارة المصرية ، والسحارة المعوجة .
سحارة مخنوقة	: وتعرف أيضا بالثعب المغلف أو المزدوج ، حيث يستعمل جيب الهواء المحبوس بها لاحتداث إعاقاة
	اختيارية لتدفق السائل (Jacketed Siphon) .
سحارة مصرية	: مثعب أو سيفون بسيط ، وينسب الى قدماء المصريين باعتبارهم أول من وقفوا عليه ، كما تشهد على ذلك نقوشهم .
سحق	: تخلص (الهواء) .
سراج	: مصباح (Lamp) .
سرن	: دولاب مائي (Water Wheel) ، وتستعمل الكلمة أيضا بمعنى عمود أو محور دولاب الماء .
سرن الرحي	: رحو الشبيء : أداره .
سطام	: سرن الرحي هو الدوارة التي يضرها الماء فتدور، وجمعها أرحاء .
سُقُود	: حد السيف (ابن منظور) . أو حديدة عريضة الرأس تحرك بها النار .
سكْرُجْ سَكْرُجَة	: على وزن تنور: الحديدة التي يشوى بها اللحم (ختار الصحاح) .
	: مرتكز حامل للطرف السفلي للعمود رأسي ، أي مرتكز محوري أو دفعي
	(Axial or thrust Bearing) .
	: سكرجة: لفظ فارسي الأصل بمعنى إزاء صغير أو صحن .
	: اسكرجة: يقصد بها مرتكز محوري صغير للعمود رأسي . (Small Thrust Bearing) .
سلمجة	: سلمجم = شلجم لفظ فارسي الأصل ، وهو اسم لنبات زراعي دهني .
سن وطراق	: سقاطة وموقف (Ratchet & Pawl) أو ترس وماسك .

سُنْبَاج	: بمعنى سنفرة لتنعيم الأسطح (Emery) .
سندروس	: نوع من الشجر يُخدش فيسيل منه صمغ العرعر الأحمر .
سهم	: يطلق - في صناعة الآلات - على المحور، وفي الفوارات والمضخات على الماء النافث (Water Jet) .
سوسن	: زهرة الوادي ، وتُطلق على الفؤارة التي تماثل شكلها .
سوستة	(Shape of Fountain)
سير	: السير: ما يُقَدُّ من الجلد، والجمع: سيور .
سية	: سية القوس طرف قابها ، وقيل رأسها ، وقيل ما اعوج من رأسها (عن ابن منظور) .
	(ش)
شادوف	: أداة لرفع الماء عرفها المصريون القدماء ، وتقوم على مبدأ الرافعة أو العتلة .
شاذوران	: لفظ من أصل فارسي ، يطلق على صُفَّة أو سياج حول البناء متصل به .
شاذوران	
شاغول	: أداة لتحديد الخط الرأسي ، وتتكون من ثقل صغير مذهب الرأس يتدل من خيط (Plumb-bob) .
شاقول	
شبه	: ضرب من النحاس ، لعله النحاس الأصفر .
شظية	: حديدة - رافعة إعتاق - مشغل . (Cam, Trip Lever, Activator) .
شوزكة	: أداة مدببة .
شيشا	: لفظ فارسي الأصل يعني «وعاء زجاجي» ، وهو ما يعرف أيضاً بالأرجيلة أو النرجيلة .
شيشة	
	(ص)
صاروج	: راجع «ساروج» .
صفارة	: أداة تحدث صوت صغير نتيجة مرور الهواء في ترتيبة تعمل بالهواء .
صُفر	: برونز (Bronze) .
صلايّا	: وأيضاً: صلامة - الحجر العريض الذي يلقى عليه (Grindstone) .
صهريج	: لفظ من أصل فارسي ، بمعنى حوض .
صولجان	: عود معوج ، عصا الملك ، والجمع: صوالجة .
صينية	: صحيفة من الصيني ترد من الصين .
	(ض)
ضئامة	: غطاء آتية .

(ط)

طارج	: ممسك - سقاطة توقيف (Pawl, Latch, Catch) .
طرجهار	: نوع من الساعات (راجع آلات الساعات) .
طرجهاره	
طُسْتُ	: لفظ فارسي الاصل من «تُسْتُ» ، يطلق على الوعاء المعدني الكبير المستعمل عادة في الغسيل .
طُسْتُت	
طفاف	: عوامة ، أي جسم طاف (Float)
طفحة	: فاض وتجاوز الحد المسموح به أو المقدر له . (Overflow - Overfill)

(ع)

عارضة	: عتب أو ذراع مستعرض (Cross Beam)
عَرِيَّة	: والجمع عُرُب - طاحونة تنصب في سفينة .
عروة	: خية أو أنشودة ، مثل عروة الابريق .
عقدة	: العقدة بالضم : موضع العقد ، وهو ما عقد عليه ، وقد تستعمل العقدة كوحدة للقياس .
عوامة	: جسم دائم الطفو - أي جسم عائم = طفاف أو طفافة أو دبه .
عود	: والجمع أعواد ، وتطلق على أذرع الدولاب أو العجلة المستنة .

(غ)

غراء	: كل ما يستخدم للصلق الأخشاب بعضها مع بعض .
غراب	: يأتي في صناعة الآلات بمعنى كابس (Piston) ، كذا بمعنى خطاف .
غراف	: مكياج ضخيم .
غرافة	: آلة تسقى بها الأرض المرتفعة .

(ف)

فتح	: فتحة بمقاس العجلة ، وربما يعني بها «القطر» .
فيثون	: راجع بيثون وفيثون .
فرجة	: فتحة ، انفراج ، تباعد .
فيثون	: راجع بيثون وفيثون .
فيثون	: لفظ من أصل إغريقي ، بمعنى صمام (أو حنفية) ، عادة ما تكون ذات محور رأسي . وأصل الكلمة : أبيتونيون وأبستوميون .
	ولمينا يلي الصور التي وردت عليها في الترجمات والمصنفات العربية :
	فيثون : عند فيلون البيزنطي ،

فثيون، بثيون : عند بني موسى بن شاكر،	
فيتون، فثيون : عند بديع الزمان ابن الرزاز الجزري،	
بثيون : عند رضوان الساعاتي .	
وهذا الصمام عادة ما يكون رأسيا (Vertical Tap) .	
قرص، أو أداة لصنع الأحذية للضم الأبرة، وكلمة «قَلَك» تعني في الفارسية : الكرة الدائرية .	فُلْكَنة
نافورة تنفث الماء (Fountain with Water Jet) .	فَوارة
(ق)	
والجمع أقداس وقواديس، والقادوس : علبة على هيئة هرم مقلوب، والقادوس أيضا وعاء كبير قمعي الشكل يلقي فيه الحب لينزل الى دولاب الطحين .	قادوس
القامة : البكرة بأداتها، والقامة أيضا بمعنى القد .	قامة
القب : الخشبة التي في وسط البكرة وفوقها أسنان من خشب، والقب أيضا ذراع أو عتلة الميزان .	قب
أوعية من الزجاج أو نحوه على أشكال شتى (Flasks) .	قُبابة، قنينة
	قارورة
حق، أصيص من خزف أو من معدن (Pot) .	قدر
مكيال، وهو نصف صاع .	قسط
والجمع قطارات، والقطارة آلة يقطر منها الماء أو غيره .	قطارة
تستعمل هذه الكلمة - في مجال صناعة الآلات - بمعنى قضيب أو محور .	قطب
إناء للمرب كالجرة الكبيرة .	قُلَّة
ينسب اليه الرصاص الجيد .	قُلْع، قُلعي
غطاء للرأس مستدير مسطح .	قُلنسوة
سير أو قشاط (Band, Belt or Roll of Leather) .	قِباط
مخروط أجوف من زجاج أو من غيره تمتد قمته على شكل أنبوبة (Funnel) .	قمع
نثر الرائحة الزكية .	قنان
عود الريح ونحوه، كذا القننة بمعنى مجرى مائي .	قناة
الورقة السفلى التي تخرج الزهرة من إبطها .	قنبعة
ما يجعل فيه الشراب (Flask - Bottle) .	قنينة
زفت .	قير
لفظ فارسي الأصل، بمعنى ورق .	كاغد

كرنل	: مؤخرة السفينة حيث مبيت الملاحين وأمتعتهم.
كلس	: الكلّس : الصاروج يبنى به ، والتكلّس : ترمب الجير . والكلّس : أكيد الكلسيوم الناتج عن احراق حجر الكلّس .
كندرة	: مجثم الطير (Perch of a bird) .
كوب	: كوز لا عروة له ، والجمع أكواب .
كوز	: وعاء معروف ، وجمعه كيزان ، وأكواز وكوزة ، اكتاز الماء : اغترفه .
كيل	: الكيل : المكيال .

(م)

مأصر	: سلسلة أو حبل يشد معترضا في النهر يمنع السفن من السير .
ماديك	: عضو مؤث ، من الفارسية : مادة ، وهي لاحقة للدلالة على الانثى .
مادين	: أنثى - مادينه : النسبة الى «مادة» ، أي أنثوي .
ماورد	: ماء ورد .
مبزل	: المبزل : ما يصفى به الشراب .
مجمرة	: البزل : إسالة الحمر من الدن .
مجرة	: الجمر : جمع جمرة من النار .
مجرة	: المجرة : اسم الشيء الذي يجعل فيه الجمر .
مجرة	: الحبر : الأثر ، كذا المداد يكتب به .
محور	: المحيرة : ما يستمد منه الحبر .
محور	: يطلق عادة على العمود الأسطواني الشكل ، المستدير المقطع (Axle) ، كما يطلق على الخط المستقيم المار بوسط العمود ، كذا على القطب .
مخبرة	: المخبرة والمخبرة ، وهي نقيض المرأة .
مخنوقة	: راجع سخارة مخنوقة .
مدحرجة	: المدحرج : المدور - دحرج الشيء دحرجة ودحرجا فتدحرج .
مدفع	: المدفع : واحد مدافع المياه التي تجري فيها ، المدفع بالكمز : الدفع .
مدّهن	: قارورة الدهن .
مِرْشَة	: الرش : المطر القليل ، والجمع : رشاش ، الرشّة : الرشاشة ، آلة للرش .
مركب	: مؤلف من مكونات بسيطة .
مرود	: قضيب رفيع يكتحل به ويطلق مجازا على محور البكرة .
مُرْشَلَة	: وعاء من طين أو طفلة يغلف بقماش مبلول لتبريد الماء .

مسبل	: باب مسبل بمعنى مصيدة، وهو باب ذو مفصل علوي، ويفتح من أسفل.
مسرجة	: مصباح يعمل بالزيت.
مسطار	: والمسطار: ضرب من الشراب فيه حوضه.
مسيل	: موضع أو مجرى سيلان أو سريان السائل.
مشوزكة	: لفظ لعله مأخوذ من اللغة السنسكريتية: ماسوزكة، بمعنى وسادة أو ناموسية بموض، كما ترد بمعنى سلبية أو ذات ميل.
مصب	: ميزاب، كذا بلبل الوعاء أو الابريق.
مصراع	: مصراع الباب ضلفته.
مصفاة	: صفاة الشيء: خالصه، والمصفاة أداة للتنقية من المواد الغريبة (Strainer).
مطحون	: راجع «باب مطحون».
مغريل	: المطحون صفة شبيهة بالمهندم، إلا أن العنصر الأساسي فيه يمكن تحريكه حركة دورانية.
مغرفة	: آلة للغرلة تفرق الحبوب عن الغلت.
مغرفة	: ملعقة كبيرة يغترف بها.
مغمرز	: أداة إحداث نقلة أو حركة.
مغنطاطيس	: حجر يجذب الحديد.
مغيض	: غاوض الماء يغيض غيضا، أي قل ونضب، المغيض: منخفض تتجمع فيه المياه.
مقلب	: مشعب أو سيفون (Siphon)، وهو أنبوب مشكل على هيئة حرف ل، بحيث يكون أحد الفرعين أطول من الآخر ليقوم بعمله كمثعب أو ساحب للماء.
مكبة	: والجمع مكبات ومكباب، والمكب ما يلف عليه الغزل أو الخيوط، وقد تستعمل كلمة قبة كاسم مرادف أو بديل لكلمة مكبة.
مكحلة	: يوصف بها الوعاء الذي يوضع فيه الكحل، ويطلق هذا اللفظ على نوع من المرتكزات المحورية أو الدافعية، (Axial or Thrust Bearing or Support) حيث إن المكحلة هي مرتكز للمردود، وهو العمود الرأسي الذي يولج في المكحلة، وتطلق تسمية مكحلة على نوع من المدافع.
ملبن	: لعله حامل للطابوق يماس الجدار من جهاته الأربع وله حافة مرتفعة.
ملحم	: لاحمت الشيء بالشيء، إذا ألصقته به.
ملحوم	: اللحام: وصل المعادن باستخدام الحرارة أو الضغط الشديد.
ملصق	: ملصع أو ملحم.
مليار، متيار	: مرجل أو غلاية: إناء كبير يسخن فيه الماء.
منشف	: راجع «باب المنشف».

منجنيق	: آلة حربية تذف بها الحجارة والمواد المشتعلة (Catapult - Mangonel - Ballister - Trebuchet) .
منجنون	: آلة لري الأرض العالية .
منفذ	: فتحة أو طريق يقود من مكان الى آخر .
منيار	: وابع «مليار» .
مورب	: الوارب : الحاجز المائل (Slanting) ، أو المسار المائل ، أو الترتيب المائل (Staggered) .
موضي	: ما يتوضأ به .
موم	: الموم : الشمع ، معرب .
ميدزد	: كلمة فارسية الأصل ، بمعنى سارق الشراب .
مُهْنَدَم	: لفظ من أصل فارسي : هندام . والمهندم بمعنى مطيع على الجسم ، أو مزوج إزواجاً ضيقاً معه ، مثال : صمام مهندم (Tight or Close Fit) .
ميزاب	: قناة أو مجرى مياه (Channel) ، والجمع : ميازيب .
ناعورة	: آلة لسقي الأرض على جهة العلو، تشبه الساقية ، حُرِّفَتْ إلى Noria والناعورة واحد النواعير . «تختار الصحاح»
نجر	: نجر الخشبة : نحتها .
نومادجة ، نوماذجة	: لفظ فارسي الأصل بمعنى فزاع توصيل ، أو جانب من وصلة أو قارنه ، والجمع : نومادجات . (Link, Coupling, one Section of Hinge) .
نسافة ، نسيقة	: نفاضة ، آلة تنقي الحبوب بتيار من الهواء .
نضاحة	: النضج : الرض - النضاحة : آلة ترش السوائل على هيئة نقطيات دقاق .
نضاخة	: النضخ أكثر من النضج .
نقارة	: النقرة : الحفرة الصغيرة في الأرض ، وفي هذا المعنى تكون النقارة آلة إحداث النقر .
نقاطة	: آلة تحدث نقطة .
نوافج	: كلمة فارسية الأصل ، وتعني «مفصل» (Hinge) ولأهواللفظ حُرِّف عن نعاورة .
نورية	: نوع من السواقي (Noria) واللفظ حُرِّف عن نعاورة .
	(هـ)
هندام	: لفظ فارسي بمعنى أن يلتصق الشيء بآخر ، وذلك بضبط مقاسات الجسمين المتقابلين (Fitting) ، والاسم «مهندم» ، وبذلك يصعب تحريكه مع عدم التصاقه أو لحمه بلحام .

٢ - آلات الساعات

بنكاهم	: بمعنى ساعة لبيان الوقت، واللفظ فارسي الأصل، والجمع بناكميم وبنكامات (Water Clock) (بنوموسي - الجزري).
بنكان	: لفظ فارسي الأصل بمعنى خزانة (بنو موسى - رضوان الساعاتي) (Water Clock).
دبة الساعات	: عوامة تستعمل في الساعات المائية (فيلون البيزنطي - الخوارزمي - بنو موسى بن شاكر (Float)).
رخامة	: اسم يطلق على الساعات الشمسية (Sun Dial). (ثابت بن قرة - الخوارزمي).
ردأة	: صمام غير رجوعي (Clack Valve).
صندوق الساعات	: الصندوق الحاروي لمكونات الساعات. (الخوارزمي).
طرجهار، طرجهارة	: نوع من الساعات به وعاء ينتهي بفتحة دقيقة للتحكم في سريان الماء (الخوارزمي).
فناكام	: لفظ فارسي الأصل، بمعنى ساعة لقياس الزمن، والجمع فناكيم. (بنو موسى، الجزري).
فناكان	: لفظ فارسي الأصل بمعنى ساعة لقياس الزمن، والجمع فناكين، مثال: فناكان الشمعة (Candle Clock) (بنو موسى - الجزري).
مكحلة	: تستعمل بمعنى مرتكز محوري (Thrust Bearing) يرتكز عليها الطرف السفلي للعمود. (الخوارزمي - بنو موسى بن شاكر) كما تُطلق هذه التسمية على نوع من المدافع.
منكاهم	: بمعنى ساعة لبيان الوقت (ابن الرزاز الجزري).

٣ - آلات شيل وجرّ الأثقال آلات الحرب

أبوخلبون	: حجر يوضع تحت المخل لتسهيل تحريك الثقل (الخوارزمي).
إسطام	: حديدة تكون في طرف السهم حيث يعلق حجر الرمي (في الآلات الحربية) (الخوارزمي).
إسفين	: جسم مسلوب الشكل، يوليغ طرفه الحاد تحت الأجسام الثقيلة، ويدق حتى يدخل تحتها ليرفعها عن الأرض، أوليقتلع حجارة من جبل. (الخوارزمي).
إسقاطولي	: خشبة مربعة تستعمل في آلات جر الأثقال.
بارم	: خشبة لتحريك الأجسام الثقيلة، واللفظة فارسية الأصل. (الخوارزمي).
برطيس	: فلكة كبيرة تستعمل في جر الأثقال، واللفظ من أصل يوناني بمعنى المحيطة. (الخوارزمي).
بيم	: خشبة لتحريك الأجسام الثقيلة. (الخوارزمي).
خنزيرة	: من آلات جر الأجسام الثقيلة، تشبه البكرة إلا أنها طولانية الشكل. (الخوارزمي).
سهم	: خشبة طويلة مستوية كالجلدع. (الخوارزمي).

شاغول	: راجع «شاقول» .
شاقول	: حبل رأسي يشده ثقل عند طرفه السفلي ، ويحتاج إليه بصفة خاصة في أعمال البناء لترتيب الخطوط الرأسية . (الخوارزمي) .
عرادة	: آلة حربية أصغر من المنجنيق . (الخوارزمي) .
غالاغرا	: معصرة للزياتين . (الخوارزمي) .
غوارة	: والجمع غوارات ، وهي التي تعمل في الحياض والحمامات ونحوها ، يغور منها الماء في أشكال مختلفة . (الخوارزمي) .
قلس	: حبل غليظ يستعمل في شد السفن وغيرها . (الخوارزمي) .
كثيرة الرفع	: آلة تشتمل على مجموعة من العوارض والبكرات والقلوس تستعمل في جر الأجسام الثقيلة .
كونيا	: الكونيا آلة لتقدير الزاوية القائمة . (البوزجاني - الخوارزمي) .
لوب	: سطح أو جسم ملتو على هيئة حلزون صاعد أو هابط .
مُخَل	: خشبة مدوة أو مشتملة تستعمل لتحريك الأجسام الثقيلة ، واللفظ من أصل إغريقي . (الخوارزمي) .
مقاط	: حبل دقيق يقتل من خيوط الغزل أو الكتان ، ونحوه . (الخوارزمي) .
منجنيق	: والجمع مجانيق ، والمنجنيق آلة حربية لرمي الحجارة وغيرها ، والكلمة فارسية الأصل ، وتتكون من ثلاثة مقاطع هي : من : ضمير المتكلم المفرد أنا ، جه : الهاء الساكنة تقرأ ياء ، نيك : صفة مشبهة في الفارسية بمعنى حسن ، عرب المقطع بإبدال الكاف قافاً : نيق . وفي قول آخر ترد الكلمة إلى أصل إغريقي . (الخوارزمي) . لفظ من أصل إغريقي بمعنى صناعة الحبل ، مثل جر الأجسام الثقيلة بالقوة اليسيرة . (الخوارزمي) .

٤ - آلات الرصدية وأجزاؤها

اسطرلاب ، اصطرلاب	: كلمة إغريقية الأصل مكونة من مقطعين هما
اسطرلاب	: اسطرلاب بمعنى النجم ، ولابون : بمعنى مرآة ، ويكون أصل الكلمة (astrolaban
اسطرلابيون ، أي مقياس النجوم .	
اسطرلاب ، ابن السراج	: آلة فلكية جامعة من اختراع ابن السراج الحموي (ت : ٧٢٦هـ = ١٣٢٦م .
الاصطرلاب	: أشكال الاسطرلاب / الاصطرلاب :

الاصطراب	الاصطواب	الشمالي المسطح
	الآسي	الصدقي
	الثوري	الصليبي
	الجنوبي	الطلي
	الرصدي	الطوماري
	الزورقي	العقري
	السرطاني	القوسي
	السطري	المبضع
	الشقائقي	المسرطن

الاصطراب : أنواع الاصطراب / الاصطراب

١ - اصطراب يمثل مسقط كرة مائلة على سطح مستو.

أو ٢ - مسقط هذا المسقط على خط مستقيم.

أو ٣ - الكرة بذاتها بلا إسقاط.

الاصطراب التام : الاصطراب المعمول للدرجة درجة، أي بتدرج درجة درجة. (الخوارزمي).

الاصطراب التسعي : الاصطراب المعمول لتسع درجات تسع درجات (وحدة التدرج = ٩ درجات).

الاصطراب الثلث أو الثلاثي : الاصطراب المعمول لثلاث درج ثلاث درج (وحدة التدرج = ٣ درجات).

الاصطراب الجنوبي : اصطراب سطحي يكون فيه مستوى المسقط مماسا للقطب الجنوبي.

الاصطراب الخطي : راجع «عصا الطوسي».

الاصطراب الخمس أو الخمسي : الاصطراب المعمول لخمس درجات خمس درجات (وحدة التدرج = ٥ درجات).

اصطراب الزرقالة : اصطراب اخترعه الزرقالي أو الزرقالة القرطبي الأندلسي^(١) (المتوفى سنة ٤٩٣هـ = ١١٠٠م)

أو الصحيفة الزرقالية ويُعرف هذا الاصطراب أيضا «بالبأدية» نسبة إلى عبد الملك اشبيلية

(٤٦١ - ٤٨٤هـ) = (١٠٦٨ - ١٠٩١م).

الاصطراب السدس أو السدسي : الاصطراب المعمول لست درج ست درج (وحدة التدرج = ٦ درجات).

الاصطراب السطحي : راجع «ذات الصناعات».

الاصطراب الشمالي : اصطراب سطحي يكون فيه مستوى المسقط مماسا للقطب الشمالي.

الاصطراب العشر أو العشري : الاصطراب المعمول لعشر درج عشر درج (وحدة التدرج = ١٠ درجات).

(١) هو أبو الحسن إبراهيم بن يحيى النقاش المعروف بالزرقالي أو الزرقالة.

اصطربال الكرى	: اصطربال ىمئل الحركة الؤومفة للكرة بالنسبة لأفق مكان معلوم دون الالتفاء الى المسقط ، فهو بذلك ىختص بتعفن ارتفاعات الكواكب عن خط الأفق .
أو الأكرى	ویتالف هذا الاصطربال من كرة معدنية ، وعنكبوت أو شبكة ، وصفیفة معدنية ضففة منطبقة تماما على سطح الشبكة ، وعقرب ، وعور ىخترق كلا من الكرة المعدنية والشبكة أو العنكبوت .
الاصطربال المسطح	: رابع «ذات الصفائف» .
الاصطربال النصف	: الاصطربال المعمول للدرجتفن درجتفن (وحدة التدریج = درجتان) .
أو النصفى	
الاصطربال الابلالى	: اصطربال ىتخذ شكل الابلال .
اصطربالومفا ، اصطربالومفا	: كلمة من أصل إفرىقى بمعنى علم النجوم ، أى علم الفلك أو الهمفة . (راجع اصطربال) .
الأم	: من أءاء الاصطربال ، وهى عبارة عن قرص مستدرف ذى حافة تعرف بالكفة أو الهمفة أو الطوق وىذلك تتخذ شكل اللعبة ، فتوضع بداخلها الصفائف الباقفة ، وىبلغ عددها عادة تسع صفائف .
البوصلة	: أداة معروفة لتعفن اتجاه القطبفن باسءءاءم الآفة المغناطفسفة .
الببضة	: آلة رصدفة تعرف بها همفة الفلك ، وصورة الكواكب ، وتسمى أفضا : الكرة .
الهمفة	: الهمفة المهمطة بالصفائف المصصفة بالصفففة السفلى للاصطربال ، وقد تكون مقسومة بثلاثاءة وستفن قسما .
الهمفة الاعءدالفة	: همفة تنصب على سطح دائرة المعدل ، ىعلم بها التحويل الاعءدالى بقفااس أقواس على دائرة المعدل .
خط الاستواء	: الهمط المقسوم الأخذ من المشرق الى المغرب ، المار على مركز صفففة الاصطربال .
خطوط الساعات	: خطوط متباعدة تقع تحت المقنطرات فى آلة الاصطربال .
خط نصف النهار	: الهمط القاطع لخط الاستواء على زوافا قائمة وابتداءه من العروة .
دائرة المعدل	: آلة فلكفة ءامعة من اختراع عزالدفن الوفائى الفلكفى المصرى (المتوفى سنة ٨٧٤هـ = ١٤٦٩م) .
ذات الأوتار	: آلة رصدفة ذات أربع أسطوانات مرعبة ، بها ىعلم تحويل اللفل ، وتغفى هذه الآلة عن الهمفة الاعءدالفة
ذات الءلففب	: آلة رصدفة شففبة بذات الشعبتفن ، بها مسطرتان منتظمطان .
ذات الهمط	: آلة رصدفة تتكون من همط متداخلة ترصد بها الكواكب ، وهى أول آلة رصدفة صنعت فى الحضارة الاسلامفة ، صنعها ابن خلف المروزى من النحاس .
	وتتركب ذات الهمط من خمس دوائر عظمى متحدة تمثل :
	- دائرة معدل النهار ،
	- الدائرة الشمسفة ،
	- دائرة منطقة البروج ،

ذات السمات والارتفاع	ذات السمات والارتفاع
ذات الشعبين	ذات الشعبين
ذات الصفائح	ذات الصفائح
ذات التقنين	ذات التقنين
الربع التام	الربع التام
الربع المسطري	الربع المسطري
الزرقالة	الزرقالة
الشبكة	الشبكة
الصفحة الأفقية	الصفحة الأفقية
الصفحة الجامعة	الصفحة الجامعة
صندوق اليواقيت	صندوق اليواقيت
طبق	طبق
الزرقالي	الزرقالي
طبق المناطق	طبق المناطق

العبدية	: راجع «اصطrolاب الزقالة» .
عصا الطوسي	: آلة رصدية من اختراع شرف الدين المظفر بن محمد الطوسي (ت : ٦١٠هـ = ١٢١٤م) .
أو الاصطrolاب	
الخطي	
العصادة	: أداة على هيئة مسطرة لها شطبتان، تسمى اللبتين، وفي وسط كل لبنة ثقب، وتسمى دقة أو هدفًا، وتركب العصادة على ظهر الاصطrolاب، وبها يؤخذ ارتفاع الشمس والكواكب .
	وقد انتقلت هذه الكلمة الى الغرب حيث يطلق على هذه الأداة (Alhidade) .
العنكبوت	: شبكة الاصطrolاب التي عليها البروج، والعظام من الكواكب الثابتة، وهي صفيحة موضوعة فوق أخواتها في مكانها من الأم .
الفرس	: قطعة شبيهة بالفرس، يشد بها العنكبوت على صفائح الاصطrolاب .
القطب	: الوند الجامع للصفائح والعنكبوت في الاصطrolاب .
الكرة	: آلة رصدية بها تعرف هيئة الفلك، وصورة الكواكب، وتسمى أيضا: البيضة .
اللبنة	: جسم مستو مربع الشكل يستعمل في قياس زاوية ميل الجرم السماوي، والأبعاد القوسية للكواكب، كذا في تعيين درجة عرض المكان .
لوح الاتصالات	: آلة رصدية من اختراع غياث الدين جمشيد بن مسعود الكاظمي (المتوفى سنة ٨٣٩هـ = ١٤٣٦م) .
المري	: زيادة عند رأس الجليدي يماس الحجر، ويسمى مربا لأنه يرى أجزاء الفلك .
المسطرة	: راجع «العصادة» .
المشبهة بالناطق	: آلة رصدية ذات ثلاث مساطر: اثنتان منتظمتان انتظام ذات الشعبتين، وتستخدم هذه الآلة في قياس البعد القوسي بين الكوكبين .
أو المشبهة الناطقة	
المفترقات	: هي الخطوط المقوسة المتضايقة المرسوم فيها بينها أعداد درج الارتفاع في الصفيحة، وفوقها يجري العنكبوت، وقد انتقلت هذه الى الغرب دون أن يمسها أي تحوير: Almuquantarat .
منطقة البروج	: منطقة في عنكبوت الاصطrolاب مقسومة بدرج البروج .

٥ - الآلات الموسيقية

إبريق	: اسم لعنق العود، بما فيه من آلات . (الخوارزمي)
إرخاء	: تقريض المد (الخوارزمي) .
الأرغانون	: آلة موسيقية لليونانيين والروم . (الخوارزمي) .

يربط	: الربط هو العود، واللفظ فارسي الأصل، يرجع الى «بريت»، أي صدر البط، حيث ان صورته تشبه صدر البط وعنته. (الخوارزمي).
جس	: الجس هو عملية نقر الأوتار بالسبابة والابهام دون المضارب. (الخوارزمي).
حنانة	: آلة تعمل فتحن بصوت مثل صوت المعانيف والمزامير، والجمع حنانات. (الخوارزمي).
الحرق	: هو عملية مد التوتر. (الخوارزمي).
دستان	: والجمع دساتين، وهي الرباطات التي توضع الأصابع عليها. والدستان أيضا هو اسم لكل لحن من الألحان المنسوبة الى باربد. (الخوارزمي).
زمر (زمار)	: مزارم رأسي.
السرناي	: هو الصفارة، وكذلك البراع. (الخوارزمي).
شعيرة الزمار	: رأس المزارم الذي به يضيق ويوسع. (الخوارزمي).
الشلياق	: آلة ذات أوتار لليونانيين والروم، تشبه الجنتك. (الخوارزمي).
الشهرية	: آلة موسيقية محدثة، أبدعها حكيم بن أحوص السفدي ببغداد، سنة ٣٠٠هـ = ٩١٢م. (الخوارزمي).
الصنج	: بالفارسية: جنك، وهو ذو الأوتار (الخوارزمي). قال الخليل بن أحمد الفراهيدي: الصنج - عند العرب - هو الذي يكون في الدفوف يسمح له صوت كالجلجل، أما ذو الأوتار فهو دخيل معرب. والصنّاج عازف الصنج، والجمع صنّاجون.
الطنبور الميزاني	: هو الطنبور البغدادي الطويل. (الخوارزمي).
العنق	: الرباب، آلة موسيقية معروفة لأهل فارس وخراسان. (الخوارزمي).
عينا العود	: هما النفثتان اللتان على وجهه. (الخوارزمي).
القيتارة	: آلة موسيقية لليونانيين تشبه الطنبور. (الخوارزمي).
اللور	: هو الصنج باليونانية. (الخوارزمي).
المستق	: آلة موسيقية عند أهل الصين، تُعمل من أنابيب مركبة، واسمها بالفارسية: بيشه مشته. (الخوارزمي).
مشط العود	: هو الشبيه بالمسطرة التي تشد عليها الأوتار من تحت أنف العود، وهو يجمع الأوتار من فوق. (الخوارزمي).
مضارب	: المضارب هو ما تضرب به الأوتار. (الخوارزمي).
المزقة	: آلة موسيقية ذات أوتار - لأهل العراق. (الخوارزمي).
الملاوي	: الأداة التي تلوى بها الأوتار إذا سويت. (الخوارزمي).

الموسيقى	: لفظ يوناني بمعنى تأليف الألحان. (الخوارزمي)
الموسيقار	: لفظ يوناني بمعنى مؤلف الألحان، والمطرب.
الموسيقور	(الخوارزمي)
الناتي	: هو المزمار، آلة موسيقية تعمل بالنفخ. (الخوارزمي)

خلاصة

تعرض هذه الدراسة لما أسماه العرب والمسلمون بالهندسة الحسية (أو العملية أو التطبيقية)، ونشير إليها هنا «هندسة الحركات» تمييزاً لها عن هندسة الأشكال.

ومن رواد هندسة الحركات في العالم الإسلامي أشرنا بوجه خاص الى أعمال خمسة منهم هم :

- ١ - بنو موسى بن شاكر (من القرن ٣هـ = ٩م)، وكتابهم «كتاب الحيل».
- ٢ - محمد بن أحمد بن يوسف الخوارزمي الكاتب (من القرن ٤هـ = ١٠م)، وكتابه «مفاتيح العلوم».
- ٣ - بديع الزمان أسماعيل بن الرزاز الجزري (من القرن ٦هـ = ١٢م)، وكتابه «الجامع بين العلم والعمل، النافع في صناعة الحيل».
- ٤ - رضوان بن محمد الساعاتي الخراساني الدمشقي (من القرن ٧/٦هـ = ١٣/١٢م)، وكتابه «علم الساعات والعمل بها».
- ٥ - تقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي (من القرن ١٠هـ = ١٦م)، وكتابه «الطرق السنية في الآلات الروحانية».

هذا ونرسم فيما يلي القسّمات العامة لمساهمة العرب والمسلمين في «هندسة الحركات» أو «صناعة الآلات» حيث تشمل أنجازاتهم المجالات الآتية :

- ١ - ابتكار مجموعة من الساعات بأنواعها المختلفة.
- ٢ - عمل مجموعة كبيرة من الآليات المائية سموها الأواني العجيبة بها في ذلك من تطوير صمامات التحكم في سريان الماء، واستخدام السحارات وسارقات الماء.
- ٣ - إدخال فكرة دقّة الإزواج بين الأجسام المتقابلة، وقد أطلقوا عليها تسمية «الهندسة».
- ٤ - اختراع آلات لرفع الماء الى جهة العلو، وتشمل هذه الآلات مجموعة متنوعة من المضخات، منها مضخة متعددة الأسطوانات.
- ٥ - ابتداء آلية بارعة لتحويل الحركة الدورانية الى حركة خطية ترددية، وذلك في مضخة ذات اسطوانتين متعاكستين.

- ٦ - إدخال مانعات التسرب في أسطوانات المضخات لأول مرة في الهندسة الميكانيكية .
- ٧ - إدخال العنفة أو التربينه الدفعية (والتي عرفت فيما بعد بتربينه أو بدولاب بلتون) ، كذا التربينه رد الفعلية ، وذلك في مجال توليد القدرة الميكانيكية .
- ٨ - ابتكار بعض تجهيزات تعمل من تلقاء نفسها .
- ٩ - اختراع عدد من النبايط الميكانيكية .
- ١٠ - تصميم واستخدام طواحين الهواء .
- ١١ - ابتكار مجموعة من الفوارات .
- ١٢ - اختراع آلية لانتشال الأجسام الغارقة .
- ١٣ - تطوير وتحسين الآلات الرصدية .
- ١٤ - تطوير صناعة آلات القتال لاسميا صب الكاحل والمدافع ، وضبط تركيبات البارود .

تخلص هذه الدراسة الى أن مهندسي العرب والمسلمين قد أسهموا بقسط وافر في هندسة الحركات ، وأنوا فيها بأعمال جليلة ، وابتكارات عظيمة .

هذا وقد إرتأينا أن نُذيل هذا العمل بمعجم يضم ما يقارب أربعمائة لفظ من ألفاظ المواضع الفنية مما استعمله العرب والمسلمون في «هندسة الحركات» ، عسى أن يفيد منه المحققون والدارسون لتراثنا العربي العظيم ، ومجدنا العلمي التليد .

المراجع والمصادر

- ٤٤٣ - الباب الأول
- ٤٤٧ - الباب الثاني

مراجع عربية (الباب الأول)

[١] - كتاب «الفهرست» لأبي الفرج محمد بن اسحق بن أبي يعقوب النديم الوراق البغدادي «المتوفى حوالي سنة ٣٨٥هـ = ٩٩٥م».

طبعة مكتبة خياط بيروت «عن طبعة جوستاف فليجل - ليزنغ سنة ١٨٧١م».

[٢] - كتاب «مفاتيح العلوم» لأبي عبدالله محمد بن احمد بن يوسف الكاتب الخوارزمي «توفي سنة ٣٨٧هـ = ٩٩٧م» بتحقيق ج. فان فلوطن (١٨٩٥م).

طبعة القاهرة سنة ١٣٤٩هـ = ١٩٣٠م، ١٥٥ صفحة

وبتحقيق ابراهيم الأبياري

دار الكتاب العربي، بيروت، لبنان، الطبعة الأولى، سنة ١٤٠٤هـ = ١٩٨٤م، ويقع في ٢٨٤ صفحة

[٣] - كتاب «نختر الصحاح» للشيخ الامام محمد بن أبي بكر بن عبدالقادر الرازي
عنى بترتيبه محمود خاطر بك.

طبعة القاهرة عام ١٣٣٥هـ = ١٩١٦م

[٤] - «كتاب الجواهر في معرفة الجواهر» لأبي الريحان البيروني (ت: ٤٤٣هـ = ١٠٥١م)، مطبوعات دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن بالهند، عام ١٣٥٥هـ = ١٩٣٦م، ٣٢٠ صفحة

[٥] - «الجواهر في معرفة الجواهر» لأبي الريحان البيروني

مخطوط مكتبة احمد الثالث باستانبول - رقم ٢٠٤٣

مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة، كيمياء وطببعيات - رقم ٣٠

[٦] - رسالة «فضيلة العلوم والصناعات» لأبي نصر الفارابي (توفي ٣٣٩هـ = ٩٥٠م)

مطبوعات دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن بالهند، عام ١٣٦٧هـ = ١٩٤٨م، ١٧ صفحة

[٧] - «رسائل اخوان الصفا وخلان الوفاء» لـ اخوان الصفا

دار صادر ودار بيروت، بيروت، سنة ١٣٧٦هـ = ١٩٥٧م

[٨] كتاب «أعلام المهندسين في الاسلام» لاحمد تيمور باشا

لجنة نشر المؤلفات التيمورية، مطابع دار الكتاب العربي بمصر، الطبعة الأولى، سنة ١٣٧٧هـ = ١٩٥٧م،
وتقع في ١١٧ صفحة

[٩] - «كتاب في تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أو مرذولة» لأبي الريحان محمد بن احمد البيروني
(المتوفى سنة ٤٤٣هـ = ١٠٥١م)

طبع بمطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانية، بحيدر آباد الدكن، بالهند، سنة ١٣٧٧هـ = ١٩٥٨م

[١٠] - «كشاف اصطلاحات الفنون»، تأليف محمد علي الفاروقي التهانوتي (المتوفى في القرن ١٢هـ = ١٨م)

بتحقيق الدكتور لطفي عبدالبديع، وترجمة النصوص الفارسية للدكتور عبدالنعيم محمد حسنين، ومراجعة الاستاذ أمين الخولي نشر المؤسسة المصرية العامة للتأليف والترجمة والطباعة والنشر، وزارة الثقافة والإرشاد القومي بالقاهرة

الجزء الأول، سنة ١٣٨٢ هـ = ١٩٦٣ م في ٣٨٦ صفحة، والجزء الثاني في ٣٣٦ صفحة، والجزء الثالث سنة ١٩٧٢ م في ١٧٩ صفحة، والجزء الرابع سنة ١٩٧٧ م في ٢٨٩ صفحة

[١١] - كتاب «إحصاء العلوم»

لأبي نصر الفارابي

(٢٥٩ - ٣٣٩ هـ) = (٨٧٢ - ٩٥٠ م)

بتحقيق الدكتور عثمان أمين

مكتبة الأنجلو المصرية بالقاهرة، الطبعة الثالثة، سنة ١٩٦٨ م، ١٧٦ صفحة

[١٢] - كتاب «إرشاد القاصد إلى أسنى المقاصد» تأليف شمس الدين محمد بن إبراهيم بن ساعد الأنصاري

المعروف بابن الأكفاني السنجاري (ت: ٧٤٩ هـ = ١٣٤٨ م)

- مخطوط مكتبة دار الخطيب بالقدس

مصور بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة - رقم ٢ معارف عامة

[١٣] - كتاب «مفتاح السعادة ومصباح السيادة في موضوعات العلوم»

لأحمد بن مصطفى الشهر بطاش كبرى زاده، مراجعة وتحقيق كامل بكري، وعبد الوهاب أبو النور

دار الكتب الحديثة بالقاهرة، عام ١٩٦٨

[١٤] - كتاب «لسان العرب»

لابن منظور.

(جمال الدين محمد بن مكرم الأنصاري)

طبعة الهيئة المصرية العامة للكتاب، عام ١٩٧٣ م، عشرون جزءاً

[١٥] - «تاريخ العلم والتكنولوجيا».

أهميته ودواعيه، دراسته وتدريسه، للدكتور جلال شوقي

مجلة الحرس الوطني - الرياض - السنة السادسة، العدد ٣٨، ربيع الثاني، سنة ١٤٠٦ هـ = ديسمبر سنة

١٩٨٥ م، الصفحات: ٥٢ - ٥٦

مراجع عربية في العمارة الإسلامية (الباب الأول)

[١٦] - «مساجد القاهرة ومدارسها» للدكتور أحمد فكري، دار المعارف بمصر، سنة ١٩٦٥

[١٧] - «العمارة الإسلامية على مرّ العصور» للدكتورة سعاد ماهر محمد

الناشر: دار البيان العربي للنشر والتوزيع، جدة، الطبعة الأولى، سنة ١٤٠٥ هـ = ١٩٨٥ م

[١٨] - «مساجد مصر» للدكتورة سعاد ماهر محمد

[١٩] - «تاريخ الفن عند العرب والمسلمين» للأستاذ أنور الرفاعي
دار الفكر، الطبعة الثانية، سنة ١٣٩٧هـ = ١٩٧٧م، ١٩٦ صفحة

[٢٠] - «وحدة الفن الإسلامي» معرض عن الفن الإسلامي بقاعة الفن الإسلامي بمركز الملك فيصل
للبحوث والدراسات الإسلامية، الرياض، سنة ١٤٠٥هـ = ١٩٨٤م

مراجع أجنبية في تاريخ العمارة الإسلامية والفنون الزخرفية (الباب الأول)

[٢١] - من منجزات سنان باشا المعمار في العمارة الإسلامية

[21] G.S.A. Shawki: "On the Contribution of Sinan to Islamic Architecture", II International Congress on the History of Turkish and Islamic Science and Technology, Istanbul: 28 April - 2 May 1986. (Organized by I.T.U. Research Center of History of Science and Technology), Session VIII.

للدكتور جلال شوقي، استانبول، سنة ١٩٨٦م

[22]

[22] Esin Atil: "Art of the Arab World", Freer Gallery of Art, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 1975, 154 pages.

[23] K.A.C. Creswell: "Early Muslim Architecture (Umayyads, Abbasids and Tulunids)", 2 Volumes, Oxford, 1932-1940.

[24] K.A.C. Creswell: "Muslim Architecture in Egypt in the Ayyubide and Mamluk Period."

[25] K.A.C. Creswell: "The Muslim Architecture of Egypt", 2 Volumes, Oxford, 1952-59.

[26] M. Briggs: "Muhammedan Architecture in Egypt and Palestine", Oxford, 1924.

[27] Sir Banister Fletcher's : "A History of Architecture" Revised by: J.C. Palmes, University of London, The Athlone Press, 1975, 1390 pages.

[28] F. Granger: "Vitruvius on Architecture", 2 Volumes, Loeb Classics, London and New York, 1931 and 1934. (Latin Text and English Translation).

[29] Derek Hill: "Islamic Architecture in North Africa", Faber and Faber Limited, London, 1976.

[30] Michael Levey: "The Art World of Ottoman Art", Thames and Hudson, London, 1975, 152 pages.

[31] George Michell(Editor): "Architecture of The Islamic World", Thames and Hudson, London, 1984, 288 pages.

[32] "Encyclopedia of Art", McGraw-Hill Book Company Inc., New York, Toronto, London.

هوامش المقدمة من تاريخ العلم والتكنولوجيا (الباب الأول)

- Académie Internationale d'Histoire des Sciences,
Paris, France. (١)
- Polska Akademia Nauk, Zakład Historii Nauki Techniki,
Warsaw Poland. (٢)
- The Institution of The History of Science at the University of Wisconsin, Wisconsin, U.S.A. (٣)
- Forschungsinstitut für Technikgeschichte, Wien, Austria. (٤)
- Center for Middle East Studies, Salt Lake City, Utah, U.S.A. (٥)
- Centre Nationale des Recherches Scientifiques, Institut d'Histoire des
Sciences, Paris, France. (٦)
- Smithsonian Institution, Washington, D.C., U.S.A. (٧)
- Hamdard National Foundation, Karachi, Pakistan. (٨)
- Science Museum, London. (٩)
- Museum of The History of Science, Oxford. (١٠)
- Technisches Museum für Industrie und Gewerbe, Wien. (١١)
- Landesgewerbemuseum, Stuttgart. (١٢)
- ISIS, Baltimore, U.S.A. (١٣)
- Blätter für Technikgeschichte, Wien. (١٤)
- Annals of Science, London. (١٥)
- Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium,
Copenhagen, Denmark. (١٦)
- Archives Internationales d'Histoire des Sciences, Paris. (١٧)
- Centaurus, Copenhagen. (١٨)
- Archives for History of Exact Sciences, Heidelberg, Germany. (١٩)
- George Sarton: Qualifications of Teachers of The History of Science,
ISIS, Vol. 37, (1947), pp. 5-7 and ISIS, Vol. 40, pp. 311-313. (٢٠)

مصادر مخطوطة في العلم الطبيعي
(السكون والحركة)
(الباب الثاني)

(1) Al-Fatih Library - Istanbul:

Manuscripts No. 3212 to 3216

("Al-Manazir" By Ibn-Al-Haitham)

(١) مخطوطات مكتبة الفاتح باستانبول - الأرقام من ٣٢١٢ حتى ٣٢١٦ (كتاب المناظر) للحسن بن الهيثم).

(2) Ahmad Al-Thalith Library - Istanbul:

Manuscript No. 3222, 225f.

("Al-Muctabar" By Ibn Malka)

(٢) مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول رقم ٣٢٢٢، ٢٢٥ ورقة (كتاب والمعتبر في الحكمة) لابن ملكا البغدادي).

(3) Al-Ahmediyyah Library - Aleppo:

Manuscript No. 1122, ("Al-Tahsil" By Bahmanyar ibn Al-Marzuban)

(٣) مخطوط المكتبة الأحمديّة بحلب - رقم ١١٢٢ (كتاب والتحصيل) لبهميار ابن المرزبان) *.

(4) Al-Ahmediyyah Library - Aleppo:

Manuscripts No. 742&743 ("Al-Mufassal" By Najm Al-Din Al-Katibi Al-Qazwini)

(٤) مخطوطا المكتبة الأحمديّة بحلب - رقما ٧٤٢، ٧٤٣ (كتاب والمفصل) لنجم الدين الكاتب القزويني). *

مصادر ومراجع مطبوعة في العلم الطبيعي
(السكون والحركة)

(١) - «رسائل إخوان الصفا وخلان الوفا»

عنى بتصحيحه خير الدين الزركلي

المكتبة التجارية الكبرى بالقاهرة - سنة ١٩٢٨ م.

(The Articles of Al-Safa Brothers)

* حاليا بمكتبة الأسد بدمشق.

(٢) - «النجاة» للشيخ الرئيس ابن سينا
طبع بمطبعة السعادة بمصر على نفقة محيي الدين صبري الكردي عام ١٣٣١هـ، ثم عام ١٣٥٧هـ.
= ١٩٣٨ م.

(٣) - «الشفاء - الطبيعيات» للشيخ الرئيس ابن سينا
تحقيق الدكتور محمود قاسم - مراجعة وتقديم الدكتور ابراهيم مذكور
دار الكاتب العربي للطباعة والنشر بالقاهرة - عام ١٣٨٩هـ = ١٩٦٩ م

(٤) - «المباحث المشرقية في علم الألهيات والطبيعيات» للامام فخرالدين الرازي
الجزء الأول: ٧٠٦ صفحة، الجزء الثاني: ٥٤٨ صفحة.
دائرة المعارف العشائية - حيدر آباد الدكن بالهند، عام ١٣٤٣هـ = ١٩٢٤ م.

(٥) - «الكتاب الموسوم بشرحي الاشارات»
للخواجة نصير الدين الطوسي وللامام فخرالدين الرازي
المطبعة الخيرية بالقاهرة - الطبعة الأولى - عام ١٣٢٥هـ = ١٩٠٧ م، الجزء الأول: ٢٤٣ صفحة،
الجزء الثاني: ١٤٦ صفحة.

(٦) - «الاشارات والتنبهات»
للشيخ الرئيس ابن سينا مع شرح نصيرالدين الطوسي
تحقيق الدكتور سليمان دنيا
دار المعارف بمصر - القسم الثاني - الطبعة الثانية: ٤٦٨ صفحة.

(٧) - «تسع رسائل في الحكمة والطبيعيات»
للشيخ الرئيس ابن سينا
مطبعة هندية بالموسكي بمصر، عام ١٣٢٦هـ = ١٩٠٨ م، ١٨٠ صفحة.

(٨) - «المُعْتَبَر في الحكمة»
لأبي البركات هبة الله ابن ملكا البغدادي
دائرة المعارف العشائية - حيدر آباد الدكن بالهند.

(٩) - «Al-Muctabar Fi AlHikmah» By Ibn-Malka.)

أعمال منشورة للمؤلف في الميكانيكا

Published Studies of the Author (in Mechanics only)

(الباب الثاني)

- (١) - «أصول الميكانيكا في الفكر العربي»
للدكتور جلال شوقي
بحث ألقى في أسبوع العلم الثالث عشر بجامعة حلب: ١٨ - ٢٤ نوفمبر سنة ١٩٧٢، ونشر
بمنشورات المجلس الأعلى للعلوم بدمشق سنة ١٩٧٤م، الكتاب الرابع: دراسات وبحوث العلوم
الهندسية، الصفحات: ١٩٣ - ٢٦٢.
("Principles of Mechanics in Arabic Thought", Aleppo, 1972 & Damascus, 1974.)
- (٢) - كتاب «تراث العرب في الميكانيكا»
للدكتور جلال شوقي
نشر عالم الكتب بالقاهرة، سنة ١٩٧٣م، ١١١ صفحة.
("Arab Heritage in Mechanics", Cairo, 1973.)
- (٣) - «علم الحركة في الفلسفة العربية: مفاهيمه وألفاظه»
للدكتور جلال شوقي
بحث منشور بمجلة اللسان العربي - جامعة الدول العربية - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم
- المكتب الدائم لتنسيق التعريب في الوطن العربي - الرباط، المملكة المغربية، المجلد العاشر، يناير
١٩٧٣، الجزء الأول، الصفحات: ١٨٣ - ١٩٤.
("Science of Motion in Arabic Philosophy: Its Concepts & Terminology", Rabat,
1973.)
- (٤) - «دراسات العرب في سلوك الأجسام المتحركة»
للدكتور جلال شوقي
بحث منشور بمجلة عاديات حلب - جامعة حلب: معهد التراث العلمي العربي - الكتاب الأول،
سنة ١٩٧٥، الصفحات: ٣٠ - ٥١، ٣١٣.
("Behaviour of Moving Bodies - Arab Studies", Aleppo University, 1975.)
- (٥) - «ألفاظ العلم الطبيعي في صدر الحضارة العربية»
للدكتور جلال شوقي
بحث منشور بمجلة مجمع اللغة العربية بالقاهرة، العدد ٣٥، سنة ١٩٧٥، الصفحات: ١١١ -
١٢٧.

("Terms used in Physical Sciences at the Beginning of Arab Civilization", Cairo, 1975.)

(٦) - «العرب وقوانين الحركة»

للدكتور جلال شوقي

بحث منشور بمجلة عاديات حلب - جامعة حلب - معهد التراث العلمي العربي - الكتاب الثاني،
عام ١٩٧٦، الصفحات: ٥٦ - ٦٩ وصفحة ١٢.

("Contribution of Arab Scholars to the Laws of Motion", Aleppo University, 1976.)

(٧) - «مصطلحات علم الحركة لدى علماء العرب»

للدكتور جلال شوقي

بحث منشور بمجلة مجمع اللغة العربية بالقاهرة، العدد ٣٦، عام ١٩٧٧، الصفحات: ١٧١ -
١٩٥.

("Terminology of Dynamics as used by Arab Scholars", Cairo, 1977.)

(٨) - «مساهمة علماء المسلمين في علم الديناميكا»

للدكتور جلال شوقي

بحث منشور بعدد خاص من مجلة اتحاد الجامعات العربية: جوانب من الحضارة الإسلامية - العدد
السابع عشر، القاهرة سنة ١٩٨٠، الصفحات: ٢١٢ - ٢٤٢.

("Muslim Contributions in Dynamics", Cairo, 1980)

(٩) - "Muslim Contributions to the Science of Mechanics"

«إسهامات علماء المسلمين في علم الميكانيكا للدكتور جلال شوقي»

بحث منشور باللغة الانجليزية عام ١٩٨٣م في:

International Conference of Science in Islamic Polity: Islamic Scientific Thought
and Muslim Achievements in Science, Islamabad, Pakistan, November 1983, Vol.
(1), pp. 291-303.

Also in: "Islamic Thought and Scientific Creativity," Islamabad, Pakistan, Vol. (3),
No. 4, (1992), pp. 37-48.

مراجع عربية في صناعة الآلات

(الباب الثاني)

- (١) - «ثلاث مقالات عربية في الآلات المنغمة»
للأب لويس شينخو
مجلة المشرق - العدد الأول - السنة التاسعة، سنة ١٩٠٦ م.
- (٢) - كتاب «إنباط المياه الخفية في معرفة المياه الكامنة»
لأبي بكر الكرخي (توفي: ٤١٠ هـ = ١٠١٩ م)
مطبوعات دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن بالهند، عام ١٣٥٩ هـ = ١٩٤٥ م، ٧٥ صفحة.
- (٣) - كتاب «تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية»
مع «كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية»
للدكتور أحمد يوسف الحسن
معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب، سنة ١٩٧٦ م.
- (٤) - كتاب «مقدمة لعلم الميكانيك في الحضارة العربية»
الجزء الأول
عرض وتحليل ماجد عبدالله الشمس
مركز إحياء التراث العلمي العربي - جامعة بغداد - بغداد، عام ١٣٩٧ هـ = ١٩٧٧ م، ٤٣٠ صفحة.
- (٥) - كتاب «الجامع بين العلم والعمل، النافع في صناعة الحيل»
لأبي العز اسماعيل بن الرزاز الجزري
تحقيق الدكتور أحمد يوسف الحسن
بالتعاون مع د. عماد غانم ومالك الملوحي ومصطفى تعمري
معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب، عام ١٩٧٩، ٦٧٦ صفحة.
- (٦) - «عناية العرب بالهندوليك في العصور الاسلامية»
لجميل الملائكة
المجمع العلمي العراقي، المجلد ٣١، الجزء ٣، سنة ١٩٨٠ م، الصفحات: ٢٤٠ - ٢٦٣.

(٧) - «كتاب الحيل»

تصنيف بني موسى بن شاكر (القرن ٣هـ = القرن ٩م)
تحقيق د. أحمد يوسف الحسن بالتعاون مع محمد علي خياطة ومصطفى تعمري
نشر معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب، سنة ١٩٨١م، ٤٤٢ + ٢٢ صفحة.

(٨) - «مقدمة علم الساعات والعمل بها»

لرضوان بن محمد الساعاتي
(توفي حوالي ٦١٨هـ = ١٢٢١م)
بتحقيق محمد أحمد دهمان
مكتب الدراسات الاسلامية، سنة ١٩٨١م، ٩٨ صفحة.

(٩) - «رحلة ابن بطوطة»

المسماة: «تحفة النظار في غرائب الأمصار وعجائب الأسفار»
لمحمد بن عبد الله اللواتي الطنجي
(٧٠٣ - ٧٧٧هـ) = (١٣٠٣ - ١٣٧٥م)
بتحقيق الدكتور علي المنتصر الكتاني
مؤسسة الرسالة، بيروت، الطبعة الثالثة، الجزء الأول سنة ١٤٠١هـ = ١٩٨١م، ٤٣٨ صفحة،
الجزء الثاني من ٤٣٩ الى ٨٣٢.

(١٠) - «رحلة ابن جبير»

«رسالة اعتبار الناسك في ذكر الآثار الكريمة والمناسك»
لأبي الحسن محمد بن أحمد بن جبير الكتاني الأندلسي (٥٣٩ - ٦١٤هـ) = (١١٤٤ - ١٢١٧م)
منشورات دار ومكتبة الهلال، بيروت، لبنان، الطبعة الثانية، سنة ١٩٨٦م، ٢٨٧ صفحة.

مراجع أجنبية في تاريخ التكنولوجيا عموماً
General History of Technology

(الباب الثاني)

- 1 Ernst Von Bassemann, Jordan: "The Book of Old Clocks and Watches", Fourth edition, Fully revised by Hanz Von Bertele, Translated into English by H. Alan Lloyd, London, 1964, 337 pages.
- 2 P.J. Booker: "A History of Engineering Drawing", London, 1963.
- 3 C. Brocke Imann: "Geschichte der arabischen Literatur", 2 Vols., Weimar, 1898-1902, 3 Vols., Supplement, Leiden, 1937-1942.
- 4 Aubrey F. Burstall: "A History of Mechanical Engineering", Faber and Faber, London, 1963.
- 5 Institute of the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences: "Ancient China's Technology and Science", China Knowledge Series. Foreign Languages Press, Beijing, China, 1983, 632 pages.
- 6 Maurice Daumas: "Histoire Generale des Techniques", Paris, 1962.
- 7 C. St. C. Davison: "A Short History of Gears", Engineering, London, 181, (1956), 132 F.
- 8 C. St. C. Davison: "Bearings since the Stone Age", Engineering, London, 183, (1957), 2 F.
- 9 DSB: "Dictionary of Scientific Biographies", 15 Volumes Charles Scribners Sons, New York, 1970-1978.
- 10 H.A.R. Gibb, J.H. Kramers, E. Lévi - Provencal and J. Schacht: "The Encyclopaedia of Islam", E.J. Brill, Leiden - Luzac and Co., London.
- 11 T.G.H. James: "An Introduction to Ancient Egypt", London: British Museum Publications Limited.
- 12 Melvin Kranzenberg and Carol Pursell: "Technology in Western Civilization", Oxford University Press, New York, 1967.
- 13 O. Mayr: "The Origins of Feedback Control", The Scientific American, October 1970, Vol. 223, 111 ff.
- 14 Aldo Miel: "La Science Arabe", Leiden, 1966.
- 15 Joseph Needham: (with Wang Ling) "Science and Civilization in China", Vol. 4, Part II: Mechanical Engineering, Cambridge, 1965, 537 pages.
- 16 Pitt - Rivers, and A.H. Lane - Fox: "On the Development and Distribution of Primitive Locks and Keys", London, 1883.
- 17 George Sarton: "Introduction to the History of Science", Vols I & II(2parts), Baltimore: Williams and Wilkins, 1927-1948. Reprinted Huntington, New York: Krieger, 1975.
- 18 Fuat Sezgin: "Geschichte des arabischen Schrifttums", 5 volumes. Leiden: E.J. Brill, 1967-1971.
- 19 C. Singer, E.J. Holmyard, A.R. Hall and T.I. William: "A History of Technology", 5 Volumes, Oxford University Press, 1954-58.
- 20 D.E. Smith: "History of Mathematics", Two Volumes, New York: Dover, 1958.
- 21 Heinrich Suter: "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und Ihre Werke", Leipzig: G. Teubner, 1900.

- 22 René Taton: "A General History of the Sciences", (Translated from French) Thames & Hudson, London, 1963
- 23 "The Inventions that changed the World", Published by The Reader's Digest Association Limited, First Edition, 1982.

مراجع أجنبية في تكنولوجيا ما قبل الإسلام

Pre-Islamic Technology

- 1 M. Boas: "Heron's Pneumatica: A Study of its Transmission and Influence", ISIS, 40, (1949), 38.
- 2 L. Sprague de Cam: "The Ancient Engineers", The M.I.T. Press, Paperback Edition, March 1970.
- 3 "Ctesibius (Ktesibios)", Dictionary of Scientific Biographies, Vol. (3), (1971), 491-2.
- 4 A.G. Drachmann: "Ktesibios, Philon and Heron: A Study in Ancient Pneumatics", Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium (Edited by Bibliotheca Universitatis Hauniensis, Copenhagen), 4, (1948), 1-197. (Copenhagen: Ejnar Munksgaard, 1948).
- 5 A.G. Drachmann: "The Mechanical Technology of Greek and Roman Antiquity", Copenhagen/Madison/London, 1963. (Copenhagen: Munksgaard, 1963).
- 6 Donald R. Hill: "On the construction of Water Clocks", (Kitāb Arshimidas fi āmal al-binkamāt) - Edition and Translation. Turner & Devereux, Occasional Paper No. 4, London, 1976, 46 pages.
- 7 Th. Henri Martin: "Recherches sur la vie et les ouvrages de Heron d'Alexandrie", Memoires à l'Académie des inscriptions et belles-lettres, Tome IV, Série I.
- 8 Philon: Two arabic manuscripts of the wok of Philon. Bodleian Library, Oxford, MS No. 954 - Marsh 669. (Discovered in 1854).
- 9 M. de Rochas, "Traité des Pneumatiques de Philon de Byzance", La Revue archéologique, 1881. (Translated the Latin fragment into French).
- 10 M. de Rochas: "Fragment des Pneumatiques de Philon de Byzance", la Science des philosophes et l'art des Thaumaturges, 1882. (Second edition with more precise title).
- 11 Valentin Rose, Published the Latin document of "Le livre des Pneumatiques de Philon de Byzance", Anecdota graeca et graeco-latina, Vol. II, Berlin, 1870. (Published the Latin fragment).
- 12 M.W. Schmidt: "Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia", Leipzig, Teubner, 1899. (Reedited the Latin Fragment of Philon and made a German translation thereof at the end of the first volume).
- 13 Franz Susemihl: "Geschichte der griechischen Literatur in de Alexandriner-zeit", Leipzig, 1891.
- 14 Carra de Vaux: "Notice sur deux Manuscrits Arabes", JA, 8^e Série, 18, (1891), 295 ff.
- 15 Carra de Vaux: "Les Mécaniques ou l'Élévateur de Heron d'Alexandrie sur la Version Arabe de Qostā ibn Lûgā", JA 9^e Série, (1893), Tome I, pp. 386-472; Tome II, pp. 152-192, 193-269, 420-514.
- 16 Carra de Vaux: "Le Livre des Appareils Pneumatiques et des Machines Hydrauliques, par Philon de Byzance", Paris: Académie des Inscriptions et Belles Lettres, 38, (1903), Pt. I.
- 17 Derek de Solia Price: "Gears from the Greeks", New york, 1975, 52.

- 18 K D White: "Greek and Roman Technology", Thames and Hudson, 1984
- 19 E Wiedemann and F. Hauser: "Uhr des Archimedes und Zwei andere Vorrichtungen", Nova Acta, 103, (1918), Nr.2, 164-202.
- 20 B Woodcroft: "The Pneumatics of Hero of Alexandria", London 1851. New Edition (1973) with Introduction by Marie Boas Hall.

مراجع في تكنولوجيا العصر الوسيط وتكنولوجيا المسلمين

Medieval Technology including Islamic Technology

- 1 David Ayalon: "Gunpowder and Firearms in the Mamluk Kingdom", Vallentine, Mitchell, London, 1956.
- 2 Atilla Bir: The Book "Kitāb Al-Hiyāl of Banū Mūsā bin Shākir", Research Centre for Islamic History, Art and Culture (IRCICA), Istanbul, 1990. 250 pages.
- 3 Alfred Chapuis and Edmond Droz: "Automata", Translated by Alec Reid, Neuchatel - London, 1958.
- 4 A.K. Coomaraswamy: "The Treatise of al-Jazari on Automata", Museum of Fine Arts, Boston, 1924.
- 5 A K. Coomaraswamy: "The Persian Wheel", Journal of the American Society of Orientalists, 51, (1931), 283.
- 6 J. al-Dabbagh: "Article on Banū Mūsā", DSB: Dictionary of Scientific Biographies, 15 Vols. (New York: Charles Scribners Sons, 1970-1978), Vol. 1, pp. 443.
- 7 H. Diels: "Über die von Prokop beschriebene Kunstuhr Von Gaza", Abh. der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, Philos - Hist. Klasse, No. 7, Berlin, 1917.
- 8 Umberto Forti: "Storia della Tecnica dal Medioevo al Rinascimento", Florence, 1957.
- 9 G.S.P. Freeman - Grenville: "The Muslim and Christian Calendars", London, 1963.
- 10 Ahmad Y. al-Hassan and Donald R. Hill: "Islamic Technology: An Illustrated History", UNESCO and Cambridge University Press, 1986, 304 pages.
- 11 Friedrich Hauser: "Über das Kitāb al Hiyāl - das Werk Über die sinnreichen Anordnungen - der Benū Mūsā", Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin, Erlangen, Kommissions - Verlag Von Max Mencke, Heft I, 1922, 188 pages.
- 12 Donald R. Hill: "The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices By Ibn al-Razzāz al-Jazari", Translation & Annotation. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht - Holland/Boston - U.S.A., 1974, 285 pages.
- 13 "On the Construction of Water-Clocks", (Kitāb Archimidas fi āmal al-binkamāt, Edited & Translated by D.R. Hill. Turner & Devereux, London, 1976, Occasional Paper No. 4, 46 pages.
- 14 Donald R. Hill: "Medieval Arabic Mechanical Technology", The First International Symposium for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 5-12 April 1976.
- 15 Donald R. Hill: "A Treatise on Machines", Journal for the History of Arabic Science", Aleppo, Vol. 1, (1977), 33-44.
- 16 Donald R. Hill: "The Book of Ingenious Devices", (Kitāb al-Hiyāl by the Banū (Sons of) Mūsā bin Shākir), Translation and Annotation. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht - Holland, Boston, London, 1979, 267 pages.

- 17 Donald R. Hill: "Arabic Water-Clocks", University of Aleppo, Institute for the History of Arabic Science, Aleppo, Syria, 1981, 137 pages.
- 18 Donald R. Hill: "A History of Engineering in Classical and Medieval Times", Open Court Publishing Company, 1984.
- 19 Donald R. Hill: "Mechanical Engineering in the Medieval Near East", Scientific American, May 1991, pages 100-105.
- 20 K. Huuri: "Für Geschichte des Mittel-alterlichen Geschützwesens aus Orientalischen Quellen", Helsinki, 1941.
- 21 David James: "The Manual de artilleria of al-Ra'is Ibrāhīm b. Ahmad al-Andalusī with particular reference to its illustrations and their sources", Bulletin of the School of Oriental and African Studies, University of London, Vol. XLI, Part 2, 1978, pages 237-257.
- 22 Ibn al-Razza'az al-Jazari: "The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices", Translated and Annotated by: Donald R. Hill., D. Reidel Publishing Company, Dordrecht - Holland / Boston - U.S.A., 1974, 285 pages.
- 23 Ibn Jubayr: (Abū'l - Husayn Muhammad b. Ahmad b. Jubayr al-Kināni, 540-614 H = 1145 - 1217 A.D.) "Travels of Ibn Jubayr", Arabic Text. Edited by William Wright. Second Edition revised by M.J. de Goeje, Leiden/London, 1907.
- 24 Ibn Jubayr: "Viaggio", Translated into Italian by Celestine Schiaparelli, Rome, 1906.
- 25 David A. King: "Review of 'The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices' - Translated and Annotated by D.R. Hill", History of Science, 13, (1975), 284-289.
- 26 C.G. Ludlow and A.S. Bahrani: "Mechanical Engineering during the early Islamic period", Chartered Mechanical Engineering, London, November 1978, 79-84.
- 27 Seyyed Hossein Nasr: "Science and Civilization in Islam", Blume Books, New York, 1968.
- 28 M. Aga Oglu: "On a Manuscript by al-Jazari", Pamassus, 3, (1931), 27-28.
- 29 Derek de Solia Price: "Mechanical Water Clocks of the 14th century in Fez, Morocco", Proceedings of the Xth International Congress of the History of Science, Ithaca, New York and Philadelphia, 1962.
- 30 Ridwān: Treatise on Clocks. Only available in Ms Arab. 1348, Forschungsbibliothek, Gotha, Germany.
- 31 M.R. Riefstahl: "The Date and Provenance of the Automata Miniatures", The Art Bulletin, 11, (1920).
- 32 Thorkild Schiffer: "Roman and Islamic Water-Lifting Wheels", Odense University Press, 1973.
- 33 Ivan Schoukine: "Un Manuscript du Traité D'al-Jazari sur les Automates", Gazette des Beaux - Arts, (1934-35), 134-140.
- 34 Sevim Tekeli: "Taklūddin' in Sidret ūl-Müntehā' Sina Aletler Bahsi", Türk Tarih Kurumu Basimevi, Ankara, 1961. Belleten, Cilt XXV, Sayı 98'den ayırbasim (Nisan, 1961), pages 213-238.
- 35 Lynn White: "Tibet, India and Malaya as Sources of Western Medieval Technology", The American Historical Review, Vol. LXV, No. 3, April 1960, 515-526.
- 36 Lynn White: "Medieval Technology and Social Change", Oxford, 1962.
- 37 Eilhard Wiedemann (1 August 1852 - 7 January 1928)

من أبحاث الأستاذ إيلهارد ويدمان

H.J. Seemann: "Eilhard Wiedemann (1852-1928)", 'ISIS, Vol. 14, (1903), No. 43, pp. 166-186."

1 Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften bei den Arabern. (I-IX).

(Pogg.) Ann. d. Phys. 159 (1876), S. 656;

1 (1877), S. 480;

4 (1878), S. 320;

7 (1879), S. 679;

14 (1881), S. 368;

17 (1882), S. 350, 1043.

2 "Zur Geschichte Abū'l Wafā's", Ztschr. f. Math. u. Phys. 24 (1879), S. 121.

3 "Arabische Gewichtsbestimmungen: spezifische Gewichtsbestimmungen", Ann. d. Phys. 20 (1883), S. 539.

4 "Inhalt eines Gefäßes in verschiedenen Abständen vom Erdmittelpunkte nach Al Khāini und Roger Bacon", Ann. d. Phys. 39 (1890).

5 "Notiz Über ein von Ibn Al Haitham gelöstes arithmetisches problem.", Sitzber. d. Phys. med. Soz. Erlangen, 24, (1892), S. 83.

6 "Zur Geschichte des Kompasses bei den Arabern", Ver. d. deut. Phys. Ges., 9, (1907), S. 764; II (1909), S. 262; 21, (1919), S. 665.

7 "Ueber das Al-Birunische Gefäß zur spezifischen Gewichtsbestimmung", Verk. d. deut. Phys. Ges., 6, (1908), S. 339.

H.J.Seemann: "Eilhard Widemann (1852 - 1928)", * ISIS, Vol. 14, (1930), No. 43, pp. 166-186.*

8 "Die Konstruktion von Springbrunnen durch muslimische Gelehrte", In: Festschrift der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde. (Hanau, Clauss u. Feddersen.) (1908), S. 29-36. Beitr. X, SBPMS 38 (1906), 341-8, XII, SB 39 (1907), S. 200-5.

9 "Zu den Anschauungen der Araber Über die Bewegung der Erde", Mitt. z. Gesch. d. Med. U. Naturw., 8, (1909), S. I und II (1912), S. 131.

10 Zu den Biographien arabischer Mathematiker, Naturforscher und Aerzte", Sitz. Ber. d. Phys. - med. Soz. Erlangen, 41, (1909), S. 208.

11 "Zur Bestimmung des Erdumfanges von Al-Birūni", Arch. f. Gesch. d. Naturw. u. Techn., I, (1909), S. 66.

12 "Einige biographische Notizen aus arabischen Schriftstellern", Arch. f. Gesch. d. Naturw. u. Techn., I, (1909), S. 216.

13 "Ueber Versuche bei den Muslimen", Arch. f. Gesch. d. Naturw. u. Techn., I, (1909), S. 156.

14 "Ueber die Hebelgesetze bei den Muslimen", Arch. f. Gesch. d. Naturw. u. Techn., I, (1909), S. 211.

15 "Ueber die Kenntnisse der Muslimen auf Gebiete der Mechanik und Hydrostatik", Arch. f. Gesch. d. Naturw. u. Techn., I, (1910), S. 394.

16 "Ueber geometrische Instrumente bei den muslimischen Völkern", Zeitschrift f. Vermess-Wesen, Heft 22/23, (1910), S.I.

17 "Ueber Musikautomaten bei den Arabern", Centenario della Nascita di M. Amari, 2, (1910), S. 164.

18 "Ueber die Herstellung von Glocken bei den Muslimen", Mitt. z. Gesch. d. Med. u. Naturw., 9, (1910), S. 475.

19 "Die Schrift über den Quarastün", Biblioth. Math., (3), 12, (1911/12), S. 21.

- 20 "Ueber die Dimensionen der Erde nach muslimischen Gelehrten", Arch. f. Gesch. d. Naturw. u. Techn., 3, (1912), S. 250.
- 21 "Ueber die Gestalt, Lage und Bewegung der Erde, sowie philosophisch-astronomische Betrachtungen von Qutb Al-Din Al-Schirazi", Arch. f. Gesch. d. Naturw. u. Techn., 3, (1912), S. 395.
- 22 "Ueber den indischen Kreis", Mitt. z. Gesch. d. Med. u. Naturw., 11, (1912), S. 252.
- 23 "Ueber Al-Biruni", (Mit J. Hell). Mitt. z. Gesch. d. Med. u. Naturw., 11, (1912), S. 313.
- 24 "Zu Omer-I-Chajjam", (Mit G. Jakob). D. Islam, 3, (1912), S. 42.
- 25 "Ein Instrument, das die Bewegung von Sonne und Mond darstellt, nach al-Biruni", D. Islam, 4, (1913), S. 5.
- 26 "Ein arabisches Gefäß, das sich stetig mit Wasser füllt und dies dann plötzlich ausgiesst", Zisch. f. Math. u. Naturw. untern., 45, (1914), S. 240.
- 27 "Ueber die Uhren im Bereich der islamischen Kultur", (Mit F. Hauser). Nova Acta, Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Bd. 100, No. 5, Halle, (1915), S. 1-272.
- 28 "Ueber eine arabische kegelförmige Sonnenuhr", (Mit J. Wurschmidt). Arch. f. Gesch. d. Naturw. u. Techn., 7, (1916), S. 359.
- 29 "Ueber Schiffe, deren Bretter nicht zusammenge nagelt sind", Gesch. Blätter f. Techn., Industrie u. Gewerbe, 3, (1916), S. 280.
- 30 "Ueber Erfinder nach arabischen Angaben", Gesch. Blätter f. Techn., Industrie u. Gewerbe, 3, (1916), S. 193.
- 31 "Ueber Schiffsmühlen in der muslimischen Welt", Gesch. Blätter f. Techn., Industrie u. Gewerbe, 4, (1917), S. 25.
- 32 "Ueber Vorrichtungen zum Heben von Wasser in der islamischen Welt", (Mit F. Hauser). Beitr. Z. Gesch. d. Techn. u. d. Industrie, 8, (1918), S. 121.
- 33 "Ueber Trinkgefäße und Tafelaufsätze nach Al-Gazari und den Benû Mûsâ", (Mit F. Hauser) D. Islam, 8, (1918), S. 55-93 & 268-291.
- 34 "Zu den magischen Quadraten", D. Islam, 8, (1918), S. 94.
- 35 "Byzantinische und arabische Instrumente", (Mit F. Hauser) Arch. f. Gesch. d. Naturw. u. Techn., 8, (1918), S. 140.
- 36 "Ueber Schalen, die beim Aderlass verwendet werden und Waschgefäße nach Al-Gazari", (Mit F. Hauser). Arch. f. Gesch. d. Med., II, (1918), S. 22.
- 37 "Zur Kenntnis der Naturwissenschaften in der muslimischen Welt", Gesch. Blätter f. Techn., Industrie u. Gewerbe, 5, (1918), S. 109.
- 38 "Uhr des Archimedes und zwei andere Vorrichtungen", (Mit F. Hauser) Nova Acta, Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher., Bd. 103, No. 2, Halle (1918), S. 160-202.
- 39 "Einleitungen zu arabischen astronomischen Werken", D. Weltall 20, Heft 3/4, (1919), S. 21 und Heft 15/16, (1920), S. 131.
- 40 "Technisches bei den Arabern", Gesch. Blätter f. Techn., Industrie und Gewerbe, 6, (1919), S. 24.
- 41 "Zur islamischen Astronomie", Sirlus, 52, (1919), S. 121.

- 42 "Ueber die angebliche Verwendung des Pendels zur Zeitmessung bei den Arabern", Verh. d. deu phys. Ges., 21, (1919), S. 663.
- 43 "Ueber die Konstruktion der Ellipse", Ztschr. f. math. u. naturw. Unterr., 50, (1919), S. 177.
- 44 "Die Naturwissenschaft im islamischen Mittelalter", D. neue Orient, 5, (1919), S. 52.
- 45 "Magnetische Wirkungen nach der Anschauung der Araber", Ztschr. f. Phys., 3, (1920), S. 141
- 46 "Vorrichtungen zur Teilung von Kreisen und Graden usw. nach Al-Birûni", (Mit J. Frank), Ztschr. f. Instrumentenkunde, 41, (1921), S. 225.
- 47 "Ueber eine Palasttüre und Schlösser nach Al-Gazari", (Mit F. Hauser) D. Islam, II, (1921), S. 213.
- 48 "Entsatzung des Meerwassers bei Al-Biruni", Chemiker - Zeitung, 46, (1922), S. 230.
- 49 "Zur Astronomie und Mathematik bei den Arabern", Ztschr. f. Instrumentenkunde, 42, (1922), S. 114.
- 50 "Zur Geschichte des Kompasses", Ztschr. f. Phys., 13, (1922), S. 113; 14, (1922), S. 240.
- 51 "Ueber die angebliche Verwendung des Pendels bei den Arabern", Ztschr. f. Phys., 10, (1922), S. 267.
- 52 "Ueber Lote, Loten und Glissen bei den Arabern", Zentralzeitung f. Optik u. Mechanik, 44, (1923), S. 85.
- 53 "Zur Geschichte des Kompasses und zu dem Inhalt eines Gefäßes in verschiedenen Abständen vom Erdmittelpunkt", Ztschr. f. Phys., 24, (1924), S. 166.
- 54 "Ueber ein von Ibn Sinâ (Avicenna) hergestelltes Beobachtungsinstrument", Ztschr. f. Instrumentenkunde, 45, (1925), S. 269.
- 55 "Avicennas Schrift über ein von ihm ersonnenes Beobachtungsinstrument", (mit Th. W. Juynboll), Acta Orientalia, XI, 5, (1926), S. 81.
- 56 "Die Gebetszeiten im Islam", (Mit J. Frank), Sitzber. d. Phys. - med. Soz. Erlangen, 58/59, (1926/27) S. 1.
- 38 "Eilhard Wiedemann: "Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte", Two Volumes, Olms, Hildesheim/New York, 1970.
- 39 "Eilhard Wiedemann: "Gesammelte Schriften zur Arabisch - Islamischen Wissenschaftsgeschichte", Edited by Fuad Sezgin. Verlag Institut für Geschichte der Arabisch - Islamischen Wissenschaften an der J.W. Goethe Universität, Frankfurt am Main, 3 Volumes, 1984.

E. Wiedemann and F. Hauser:

- 40 "Über die Uhren im Bereich der Islamischen Kultur", Nova Acta. Abh. der Kaiserl. Leop. Carol. Deutsche Akademie der Naturforscher, 100 (Halle 1915), 1 - 272.
- 41 "Über Trinkgefäße und Tafelaufsätzen nach al-Gazari und den Banû Mûsâ", Der Islam, 8, (1918), 55-93, e Jazari - 268-291, Banû Mûsâ.
- 42 "Über Schalen, die beim Aderlass verwendet werden, und Waschgefäße nach al-Gazari", Archiv. für Geschichte der Medizin (Leipzig), 11, (1918), 22-43.
- 43 "Über Springbrunnen", Berichten der Wetterauischen Gesellschaft, (1908), 29-43.
- 44 "Über Musikautomaten", Amari Festschrift, (1909), 164-185.

- 45 "Über Vorrichtungen zum Heben von Wasser in der islamischen Welt", *Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch des Vereins Deutscher Ingenieure*, 8, (1918), 121-154.
- 46 "Über eine Palasttür und Schlösser nach al-Gazari", *Der Islam*, 11, (1921), 213-251.
- 47 H.J.J. Winter: "Muslim Mechanics and Mechanical Appliances", *Endeavour*, January 1956, pages 25-28.
- 48 H.J.J. Winter: "Mediaeval Transmissions in Science", *Endeavour*, Vol. 32, No. 117, September 1973, pp. 134-138.

فهرس الأشكال

٤٦٣	- الباب الأول
٤٦٨	- الباب الثاني

فهرس الاشكال (الباب الأول)

صفحة

- شكل (١/أ) : مخطط لتعاقب الحضارات والأعلام من حوالي (٥٠٠ ق.م إلى ١٥٠٠ م) ٣٤
- شكل (١/ب) : تقسيم العلوم عند الأوائل (عند إخوان الصفا مثلا) ٥٠
- شكل (٢) : تقسيم العلوم والمعارف الهندسية إلى هندسة عقلية أو نظرية (جومطرياء)، وهندسة حسية أو عملية أو تطبيقية ٥٤
- شكل (٣) : علم الهندسة وفروعه وتطبيقاته في الحضارة الإسلامية ٥٧
- شكل (٤) : قطوع المخروط . ٦٩
- شكل (٥) : اعتقاد شكل القطع على وضع المستوى القاطع بالنسبة للمخروط ٧٠
- شكل (٦) : أوضاع المستوى القاطع بالنسبة للمحور ولراسم المخروط ، والقطوع الناتجة عن ذلك ٧١
- شكل (٧) : إيجاد $\sqrt[3]{\frac{2}{3}}$ باستخدام قطع مكافئ وقطع زائد ٧٢
- شكل (٨) : إيجاد $\sqrt[3]{\frac{2}{3}}$ باستخدام قطعين مكافئين ٧٢
- شكل (٩) : حل معادلة الدرجة الثالثة : $س^3 = ب^3 + ج^3$ بتقاطع دائرة مع قطع مكافئ ٧٣
- شكل (١٠) : مضمون علم المساحة في الحضارة الإسلامية ٧٦
- شكل (١١) : الصفحة (٢٦) من مخطوط مكتبة الأوقاف الإسلامية بحلب - رقم ١٧٧٣ ٧٨
- (من كتاب «خلاصة الحساب» لبهاء الدين العاملي)
- شكل (١٢) : الصفحة (٢٧) من مخطوط مكتبة الأوقاف الإسلامية بحلب - رقم ١٧٧٣ ٧٩
- (من كتاب «خلاصة الحساب» لبهاء الدين العاملي)
- شكل (١٣) : الصفحة (٢٨) من مخطوط مكتبة الأوقاف الإسلامية بحلب - رقم ١٧٧٣ ٨٠
- (من كتاب «خلاصة الحساب» لبهاء الدين العاملي)
- شكل (١٤) : تقسيم عناصر العمارة الإسلامية إلى عناصر بناء وعناصر جمال ٩٢
- شكل (١٥) : العقد المزيف المكون من اعتاب كابولية أو طنطية ٩٣
- شكل (١٦) : أمثلة للعقد نصف المستدير والعقد الحدوي ٩٥
- شكل (١٧) : أمثلة للعقد الحدوي المديب والمستدير كذا للعقد المقرنص وللعضادة ٩٦
- شكل (١٨) : دراسة مقارنة لأشكال العقود (لاحظ العقود العربية من ٦ إلى ١٠) - (أندلسي إسلامي) ٩٧
- شكل (١٩) : أمثلة للعقد المترابطة والمتشابكة والمسكية وقية على تعاريق ، ونافذة متوازية ٩٨
- شكل (٢٠) : مثال للعقد المفصصة والمتشابكة في الجامع الكبير بقرطبة ، ويظهر في الخلف محراب الحكم الثاني ٩٩
- شكل (٢١) : أعلى محراب الحكم الثاني مع القبة ذات التعاريق بالجامع الكبير بقرطبة ١٠٠

- شكل (٢٢) : مثال للعقد المراكبة، والمسكية من مسجد عبدالرحمن الأول بالجامع الكبير في قرطبة ١٠١
- شكل (٢٣) : أمثلة من القباب المستعملة في العالم الإسلامي ١٠٣
- شكل (٢٤) : قبة السلطان قايتباي بالقاهرة، وتجمع زخارفها بين الأشكال الهندسية والعناصر النباتية ١٠٤
- شكل (٢٥) : قبة تعلو محراب الجامع الكبير بتلمسان بالجزائر، تزيناها من الداخل تعاريق وزخارف شريطية رائعة ١٠٥
- شكل (٢٦) : منارة فاروس بالاسكندرية (٢٨٣ ق. م. - ١٣٢٦ م) وكانت إحدى العجائب السبع في العالم القديم ١٠٧
- شكل (٢٧) : مراحل تطور المئذنة / المنارة. ١٠٨
- شكل (٢٨) : نماذج من المنارات / المآذن في مدن مختلفة من العالم الإسلامي ١٠٩
- شكل (٢٩) : أمثلة لأشكال متعددة من المآذن المستعملة في مشارق العالم الإسلامي ومغاره ١١٠
- شكل (٣٠) : المنارة اللولبية لمسجد أحمد بن طولون بالقاهرة (القرن ٣هـ = القرن ٩م) ١١٣
- شكل (٣١) : مئذنة الجامع الكبير بالقيروان بتونس (١٠٦ - ١٠٩هـ) = (٧٢٤ - ٧٢٧م) ١١٤
- شكل (٣٢) : أعلى مئذنة في العالم الإسلامي المعاصر، وهي مئذنة ومسجد الفتح (أو مسجد أولاد عنان) بساحة المحطة بالقاهرة، حيث يبلغ ارتفاع هذه المئذنة ١٣٠ متراً ١١٥
- شكل (٣٣) : مئذنة الجامع الأزهر الشريف بالقاهرة (٣٦٠ - ٣٦٢هـ) = (٩٧٠ - ٩٧٢م) ١١٨
- شكل (٣٤) : قطاع رأسي ومسقط أفقي لمسجد شاه زاده باستانبول (من أعمال سنان باشا المعيار - القرن ١٠هـ = ١٦م) ١١٩
- شكل (٣٥) : مسقط رأسي ومسقط أفقي لمسجد السليمانية باستانبول (من أعمال سنان باشا المعيار - القرن ١٠هـ = ١٦م) ١٢٠
- شكل (٣٦) : قطاع طولي وقطاع جانبي لمسجد السليمانية باستانبول (من أعمال سنان باشا المعيار - القرن ١٠هـ = ١٦م) ١٢١
- شكل (٣٧) : منظر عام لمسجد السليمانية باستانبول (من أعمال سنان باشا المعيار - القرن ١٠هـ = ١٦م) ١٢٢
- شكل (٣٨) : قطاع طولي لمسجد السليمانية بأدنة بتركيا (من أعمال سنان باشا المعيار - القرن ١٠هـ = ١٦م) ١٢٣
- شكل (٣٩) : مثال من العمارة الإسلامية المعاصرة لمسجد، تعتمد الزخرفة فيه على العناصر الهندسية ١٢٤
- شكل (٤٠) : نماذج مبسطة من المقرنصات^(١) واستخدامها للانتقال من الشكل المربع إلى الشكل المستدير (مثلثات كروية جارجية) ١٢٦
- شكل (٤١) : عناصر المقرنصات وطرق عملها في الأقبية ١٢٧
- شكل (٤٢) : مقرنصات مركبة شبيهة بخلايا النحل، داخلية وخارجية، مكونة من مثلثات كروية Spherical Triangles ١٢٨
- شكل (٤٣) : ترتيب صفوف من المقرنصات والدلايات أو الهابطات^(٢) لتحويل الشكل المربع إلى الشكل ١٢٩

المشمن لتسهيل تشييد رقية أوقية مستديرة

شكل (٤٤) : مقرنصات مُشكَّلة في أحد أركان القبة الرئيسة بمسجد السليمانية باستانبول
(من أعمال سنان باشا المعيار - القرن ١٠هـ = ١٦م)

شكل (٤٥) : عقود مقرنصة تؤدي إلى جوه الأسود، وقد زينت العقود بزخارف هندسية نباتية وبلاطات
«لا غالب إلا الله» التي تنتشر في أرجاء قصر الحمراء بقرنطة

شكل (٤٦) : مقرنصات في محراب - من الفن الأندلسي

شكل (٤٧) : مقرنصات بساحة مدرسة ابن يوسف بمراكش

شكل (٤٨) : مقرنصات بجامع القرويين بمدينة فاس بالمغرب

شكل (٤٩) : تخطيط زخارف باب بعناصر هندسية ونباتية وخطية

شكل (٥٠) : تسلسل الانشاءات الهندسية لعمل زخارف ذات مضاميل ونجوم مشتملة

شكل (٥١) : زخارف هندسية من قاعة البركة بقصر الحمراء بقرنطة

شكل (٥٢) : زخارف هندسية مفرغة في الرخام ترجع إلى عصر الدولة الأموية

شكل (٥٣) : مشكاة من الفسيفساء الرخامية من مصر - القرن التاسع الهجري

شكل (٥٤) : نماذج من الوحدات الزخرفية الهندسية

شكل (٥٥) : زخارف هندسية على خشب مطعم بالعاج والأبنوس والصدف والعظم واللؤلؤ
من مصر في القرن ١٠هـ = ١٦م. (من مجموعة البارون دي ميشيل)

شكل (٥٦) : أمثلة لزخارف هندسية على الخشب

شكل (٥٧) : أ - زخارف هندسية (بعضها زخارف نباتية) في شاه مشهد بأفغانستان
من القرن ٦/٧هـ = القرن ١٢/١٣م.

ب - زخارف على هيئة الطبق النجمي بمدرسة قونية (كونيا) - من القرن ٧هـ = القرن ١٣م

شكل (٥٨) : زخارف هندسية من فسيفساء القاشاني - من قصر الحمراء بقرنطة

شكل (٥٩) : زخارف إسلامية لمبنى مسجد من القرن ٩هـ = القرن ١٥م

شكل (٦٠) : زخرفة هندسية على هيئة نجمية ذات ١٦ فرعا

شكل (٦١) : عقود مدببة وزخارف وخطوط هندسية مستقيمة بمسجد جوه شاه بمدينة بياران

شكل (٦٢) : مثال من الزخارف الهندسية التي تزين أسقف مسجد الفتح بالقاهرة

شكل (٦٣) : وحدات زخرفية هندسية نباتية منفصلة على بلاطات قاشاني بداخل مسجد المرادية
بمدينة أدرنة بتركيا

شكل (٦٤) : أربع مراحل من تطور الزخارف النباتية من عصر مسجد عمرو بن العاص في
الفسطاط إلى عصر مسجد سيدي عقبة بالقروان

- شكل (٦٥) : أمثلة لأشكال هندسية تضم زخارف نباتية ١٥١
- شكل (٦٦) : نماذج من زخارف نباتية بارزة ومستوية ١٥٢
- شكل (٦٧) : زخارف نباتية تتركب من خطوط وفروع منحنية تحوطها أشكال انسيابية (من فن الرقش العربي) بلاطات من القاشاني من مسجد رستم باشا باستانبول ١٥٣
- شكل (٦٨) : زخارف تجمع بين الأشكال الهندسية والتفريعات النباتية والخطوط الزخرفية من القرن ٨/هـ = القرن ١٤/م. ١٥٤
- شكل (٦٩) : مثال من العقود والزخارف المغاربية ١٥٥
- شكل (٧٠) : أ - زخارف نباتية شريطية Lace Decora Tians ب - زخارف نباتية بارزة منفذة على سطح قبة ١٥٦
- شكل (٧١) : زخارف نباتية وخطية على لوح حصي - من قاعة السفراء بقصر الحمراء بغرناطة ١٥٧
- شكل (٧٢) : زخارف نباتية على بلاطات خزفية مزججة - من تركيا في القرن ١٠هـ = القرن ١٦م ١٥٨
- شكل (٧٣) : زخارف نباتية على القاشاني الملون بالجامع الأزرق في تبريز بإيران - من القرن ٩هـ = القرن ١٥م. ١٥٩
- شكل (٧٤) : زخارف هندسية ونباتية من داخل ضريح السلطان قلاوون بالقاهرة ١٦٠
- شكل (٧٥) : نماذج من الخط الهندسي : الكوفي المربع (منها : لا إله إلا الله محمد رسول الله الملك لله - محمد) ١٦٢
- شكل (٧٦) : نجمة مشتملة بداخل كل ثمن منها لفظ الجلالة ، رُسم بترتيب متزاو (عن كتاب «روح الخط العربي» للخطاط كامل البابا) ١٦٣
- شكل (٧٧) : نموذجان من الخط الهندسي : الكوفي المربع (وفيها : لا غالب إلا الله - لا إله إلا الله محمد رسول الله - لا حول ولا قوة إلا بالله - ما شاء الله . . .) ١٦٤
- شكل (٧٨) : أمثلة من الخط الكوفي للمربع ١٦٥
- شكل (٧٩) : خط كوفي مربع على لوح مطعم من رخام وحجر وخزف مُزجج من مصر في القرن ٨هـ = القرن ١٤م ١٦٦
- شكل (٨٠) : مثال لخط هندسي كتبت به الآية (٢٤) من سورة النور، وقد صممت اللوحة على هيئة قنديل . ١٦٧
- شكل (٨١) : زخارف كتابية على القاشاني : خط ثلث عمليكي ، وخط نسخي ، وخط كوفي مربع من إيران في القرن ٨هـ = القرن ١٤م. ١٦٨
- شكل (٨٢) : نماذج من الخط الكوفي المضفر والمورق والمزهر ١٦٩

- شكل (٨٣) : مثالان للخط الكوفي الزخرفي
١٧٠
- أ - «سلامة الإنسان في حفظ اللسان» (عن كتاب «روح الخط العربي» للخطاط كامل البابا
١٧٠
- ب - «هو الله الذي لا إله إلا هو عالم الغيب والشهادة هو الرحمن الرحيم» للخطاط
١٧٠
- حسن أحمد بيزاد
- شكل (٨٤) : أمثلة للخط الكوفي المضفر والمورق
١٧١
- شكل (٨٥) : لوحة جامعة لأشهر أنواع الخط العربي
١٧٣
- شكل (٨٦) : لوحة تجمع أنواعا كثيرة من الخطوط العربية وغير العربية
١٧٤
- شكل (٨٧) : الشهادة بخط الثلث على بلاطات قاشاني إرتيك تحيط بها زخارف نباتية عند محراب
١٧٥
- مسجد السليمية بأدرنة بتركيا (من أعمال ستان باشا المعمار - القرن ١٠هـ = القرن ١٦م)
١٧٦
- شكل (٨٨) : لوحة كتابة عربية تنصهر زخارف نباتية على بلاطات قاشاني - من ضريح زوجة سليمان
١٧٦
- القانوني بتركيا - من القرن ١٠هـ = القرن ١٦م
- شكل (٨٩) : نصوص قرآنية بخط الثلث توسط زخارف نباتية على بلاطات قاشاني - من غرفة نوم
١٧٧
- السلطان مراد الثالث باستانبول
- شكل (٩٠) : استخدام الخط العربي كنصير جمالي وسط زخارف هندسية على بلاطات قاشاني في مدخل «الكشك»
١٧٨
- باستانبول - من عهد السلطان محمد الفاتح
- شكل (٩١) : محراب مسجد سوكوللو محمد باشا باستانبول، ويزدان بمجموعة من اللوحات الخطية
١٧٩
- وسط بلاطات الزخارف النباتية
- شكل (٩٢) : محراب مزين بزخارف هندسية ونباتية تحيط بها كتابة بخط الثلث «سورة الضحى»، وآية من
١٨٠
- سورة الأنعام» - من إيران في القرن ٩هـ = القرن ١٥م.
- شكل (٩٣) : نماذج من جماليات خط النسخ وخط الثلث
١٨١
- شكل (٩٤) : نماذج من جماليات خط النسخ وخط الثلث
١٨٢
- شكل (٩٥) : نماذج لتماثل إطار التكوين، وتعاكس الكتابة
١٨٣
- شكل (٩٦) : أمثلة لتكوينات خطية داخل أطر متماثلة حول محور
١٨٤
- شكل (٩٧) : مثالان لجماليات التكوينات الخطية :
١٨٥
- الأول في إطار إهليلجي (متماثل)، والثاني في إطار غير متماثل
- شكل (٩٨) : تطوير الخط العربي ليكون أشكالا معينة
١٨٦
- شكل (٩٩) : تكوينات خطية تتميز بتوازي مجموعة خطوط ممتدة
١٨٧
- شكل (١٠٠) : وقفنامه (وثيقة وقف) تحمل طغراء السلطان مصطفى الأول بتركيا - من القرن ١١هـ = القرن ١٧م.
١٨٨

- شكل (١٠١) : أمثلة لنوع الكتابة المُسمى بالطغراء، ويستعمل لكتابة الوثائق الهامة الصادرة من الحاكم
 شكل (١٠٢) : طغراء منحوت لحتم السلطان سليم الثالث بتركيا - من مطلع القرن ١٣ هـ = القرن ١٩ م
 شكل (١٠٣) : البسمة كما كتبها الخطاط المعاصر حامد الأمدي «رحمه الله» في استانبول على نمط رسم الطغراء
 (إنه من سليمان وإنه بسم الله الرحمن الرحيم)
 شكل (١٠٤) : اسم مؤلف الكتاب (الدكتور جلال شوقي أحمد شوقي) كما كتبه الخطاط التركي المعاصر
 حسن جلبي سنة ١٤١٣ هـ = ١٩٩٢ م. على نمط الطغراء

(الباب الثاني)

صفحة

- شكل (١) : ميزان بدائي من مصر القديمة منذ عصر ما قبل التاريخ (حوالي ٤٥٠٠ ق.م).
 شكل (٢) : ميزان وأوزان قياسية (على هيئة طيور وحيوانات) من حفريات تل الهارنة بمصر، ويرجع تاريخها إلى حوالي ٢٥٠٠ ق.م.
 شكل (٣) : مشهد الحساب في كتاب الموتى من الحضارة المصرية القديمة، حيث يجري وزن القلب بريشة تمثل الحق أو الصدق وذلك في حضور الآلهة القضاة الاثنين والأربعين، ويرجع ذلك إلى حوالي القرن ١٤ ق.م.
 شكل (٤) : رسم جداري من طيبة بصعيد مصر يبدو فيه الضبط الدقيق للميزان.
 شكل (٥) : فكرة ميزان القيان : (قوة يسيرة × ذراع طويلة = قوة كبيرة × ذراع قصيرة).
 شكل (٦) : الميزان الطبيعي لأبي بكر الرازي (عن كتاب «ميزان الحكمة» للخازني).
 شكل (٧) : الآلة المخروطة التي استعملها البيروني في تعيين الثقل النوعي للمعادن.
 شكل (٨) : وزن الماء المزاج الذي يخرج من ميزاب الآلة المخروطة لأبي الريحان البيروني.
 شكل (٩) : ميزان عمر الحياي الموسوم «بالقسطاس المستقيم».
 شكل (١٠) : الميزان ذو الكفات الخمس لمُبد الرحمن الخازني.
 شكل (١١) : الكفات الخمس لميزان عبدالرحمن الخازني (ميزان الحكمة المعروف بالجامع).
 شكل (١٢) : الكفات الخمس لميزان عبدالرحمن الخازني (ميزان الحكمة المعروف بالجامع).
 شكل (١٣) : ميزان الحكمة أو الميزان الجامع للخازني.
 شكل (١٤) : نموذج لميزان الحكمة أو الميزان الجامع لمُبد الرحمن الخازني. ويوجد هذا النموذج بمعهد تاريخ العلوم العربية الإسلامية بجامعة فرانكفورت.
 شكل (١٥) : التسلسل الزمني لأهم علماء الاغريق من القرن السادس قبل الميلاد وحتى القرن الخامس للميلاد ويلاحظ تراجع العلم الاغريقي بعد القرن الأول للميلاد، كما يشهد على ذلك تقلص عدد العلماء الاغريق

- شكل (١٦) : التابع الزماني لرواد هندسة الحركات من علماء الاغريق. ٢١٩
- شكل (١٧) : ضلع قطعة نقد في الفتحة تحصل على ماء مقدس . مثال لآلية كانت تثير دهشة وإعجاب المترددين على المعابد في الحضارة الاغريقية القديمة. ٢٢٠
- شكل (١٨) : وسيلة ميكانيكية لسرح عرائس في الحضارة الاغريقية. ٢٢١
- شكل (١٩) : لولب أرخميدس لرفع الماء الى جهة العلو (من القرن الثالث قبل الميلاد). ٢٢٣
- شكل (٢٠) : الأرضون الجامع لجميع الأصوات. ٢٢٨
- شكل (٢١) : فكرة الأرغون المائي لاكتاسيبيوس حيث يعمل وعاء الهواء بضغط الماء. ٢٢٨
- شكل (٢٢) : السحارة (المثعب أو السيفون (Siphon) ذات الشعبتين - من أعمال فيلون البيزنطي. ٢٣٠
- شكل (٢٣) : السحارة المخنوقة - من أعمال فيلون البيزنطي. ٢٣١
- شكل (٢٤) : المضخة الماصة الكاسية ذات الأسطوانتين اللتين تعملان بطريقة منفصلة كما وردت ضمن أعمال فيلون البيزنطي. ٢٣٢
- شكل (٢٥) : استغلال تمدد الهواء بالحرارة لاحداث حركة ينفى فاعلمها كفتوح الأبواب ، ومن ثم جاءت تسمية «الآلات الروحانية» - من أعمال هيرون السكندري - القرن الأول للميلاد. ٢٣٤
- شكل (٢٦) : رسم قديم للمضخة الماصة الكاسية - من أعمال هيرون السكندري. ٢٣٧
- شكل (٢٧) : المضخة الدفعية هيرون السكندري ، وقد استعملت لقرون عديدة لاصيا لاطفاء الحرائق. ٢٣٨
- شكل (٢٨) : فكرة رد الفعل النفاث هيرون السكندري حيث يدخل البخار عند طرفي قطر كرة ليخرج منها من منفذين معقوفين لتحداث حركة دوارة للكرة. ٢٣٩
- شكل (٢٩) : استخدام مبدأ الدفع النفاث (Jet Propulsion) في تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة حركية (ميكانيكية). ٢٣٩
- شكل (٣٠) : أدوات ضبط المستوى الأفقي ، والمستوى الرأسي وتحقيق التعماد ، ويرجع تاريخها الى حوالي ١١٠٠ ق.م. ٢٤١
- شكل (٣١) : أداة إصبار للتعماد (Hero's Dioptra). ٢٤٣
- شكل (٣٢) : آلة الأرغون المصوتة التي تسمع على بعد ستين ميلا لمورطس أو مورطس. ٢٤٣
- شكل (٣٣) : لوحة فارسية المصدر لتقي الدين بن معروف الراصد الدمشقي. ٢٥٣
- شكل (٣٤) : غلاف كتاب الحيل لبني موسى بن شاكرو. ٢٦٠
- شكل (٣٥) : غلاف كتاب «الطرق السنية في الآلات الروحانية» لتقي الدين بن معروف. ٢٦٩
- شكل (٣٦) : عدة آلات لرفع الماء الى جهة العلو كما أوردها ابن معروف في كتابه. ٢٧٢
- شكل (٣٧) : ظهور البكرة عند الآشوريين منذ حوالي القرن الثامن قبل للميلاد. ٢٧٦

- شكل (٣٨) : استخدام البكرات لتحقيق فائدة ميكانيكية . ٢٧٧
- شكل (٣٩) : مثال لمجموعات بكرات تؤدي الى فائدة ميكانيكية عالية . ٢٧٨
- شكل (٤٠) : مجموعات بكرات مرتبة بـقيم متصاعدة للفائدة الميكانيكية (من ١ الى ١٦) . ٢٧٩
- شكل (٤١) : تطبيق فكرة مجموعة البكرات لرفع جسم ثقيل بواسطة قوة يسيرة ، كما وردت بمخطوط تقي الدين بن معروف . ٢٨٠
- شكل (٤٢) : صندوق مسننات ابتدعه هيرون السكندري لاستخدام القوة اليسيرة لرفع الأجسام الثقيلة . ٢٨١
- شكل (٤٣) : استخدام مجموعات المسننات لرفع الأجسام الثقيلة بواسطة قوى يسيرة . ٢٨٢
- شكل (٤٤) : استخدام الدواليب متداخلة الأسنان (الدندناجات) في رفع الأثقال لتقي الدين بن معروف . ٢٨٣
- شكل (٤٥) : لولب متعاشق مع عجلة مسننة لـهيرون السكندري . ٢٨٣
- شكل (٤٦) : حيلة لفيلون البيزنطي للتدليل عمليا على تمدد الهواء بالحرارة ، وعلى استحالة الخلاء . ٢٨٤
- شكل (٤٧) : تجربة من تجارب فيلون البيزنطي لإثبات استحالة الخلاء . ٢٨٤
- شكل (٤٨) : الاستعانة بالتمدد بفعل الحرارة في إحداث حركة غير مرئية الفاعل أو التدبير . ٢٨٥
- شكل (٤٩) : تصنيف الساعات . ٢٨٨
- شكل (٥٠) : مثال لساعة مائية من الحضارة المصرية القديمة . ٢٨٩
- شكل (٥١) : مثال لساعة مائية (Clepsidra) ذات تدفق مائي متظم . ٢٩٠
- شكل (٥٢) : اعتماد سرعة التدفق على ارتفاع عمود السائل في الوعاء . ٢٩١
- شكل (٥٣) : مثال لساعة تعمل باحراق الزيت (Oil Clock) . ١١٧ ٢٩٢
- شكل (٥٤) : رسم للساعة التي وصفها ابن جبير - من رضوان الساعاتي . ٢٩٧
- شكل (٥٥) : آلية بنكام يعمل بالماء - من أعمال الجزري . ٢٩٨
- شكل (٥٦) : ساعة الطبايئين التي تعمل بالماء - من أعمال الجزري . ٢٩٩
- شكل (٥٧) : آلية فنكان الطبايئين - من أعمال الجزري . ٣٠٠
- شكل (٥٨) : بنكام أو ساعة الفيل - من أعمال الجزري . ٣٠١
- شكل (٥٩) : رسم لمخططي ساعة الفيل - من أعمال الجزري . ٣٠٢
- شكل (٦٠) : آلية فنكان الكأس - من أعمال الجزري . ٣٠٣
- شكل (٦١) : رسم لمخططي لفنكان السيف ، ويمثل ساعة دقاقة تعمل بالشمع - من أعمال الجزري . ٣٠٤
- شكل (٦٢) : ساعة السيف وتعمل بالسراج - من أعمال الجزري . ٣٠٥
- شكل (٦٣) : فكرة للشعب أو السيغون أو سارقة الماء في النقوش المصرية القديمة . ٣٠٩
- شكل (٦٤) : تساوي الضغط عند المستوى الواحد للسائل في حال السكرن . ٣١٠

- شكل (٦٥) : توقف السائل في الأنبوب المغروق عند المستوى الحر للسائل في الاناء. ٣١٠
- شكل (٦٦) : السحارة أو سارقة الماء أو الشعب أو السيفون. ٣١١
- شكل (٦٧) : حوض الكاتين - من أعمال الجزري. ٣٢١
- شكل (٦٨) : حوض الخادم - من أعمال الجزري. ٣٢٢
- شكل (٦٩) : كأس الجور وكأس العدل - من أعمال الجزري. ٣٢٥
- شكل (٧٠) : استخدام الشادوف في أعمال الري في مصر القديمة منذ حوالي ١٥٠٠ ق.م. ٣٢٦
- رسم لشادوف على جدران أحد المقابر المصرية القديمة.
- شكل (٧١) : رسم لناعورة (Noria) في المخطوطات العربية، يرجع تاريخه الى القرن ٧هـ = ١٣م. ٣٢٩
- شكل (٧٢) : رسم تخطيطية لمجموعة من آلات رفع الماء الى جهة العلو - من أعمال الجزري. ٣٣٢
- شكل (٧٣) : آلة لرفع المياه بواسطة المغرفة الغامسة التي تديرها مستنة جرثية - من أعمال الجزري. ٣٣٣
- شكل (٧٤) : آلة المغرفة الغامسة لرفع الماء الى جهة العلو - من أعمال الجزري. ٣٣٤
- شكل (٧٥) : آلة للمغارف الغامسة الأربع - من أعمال الجزري. ٣٣٦
- شكل (٧٦) : آلة للمغارف الغامسة الأربع - من أعمال الجزري. ٣٣٧
- شكل (٧٧) : آلة للمغارف الغامسة الأربع - من أعمال الجزري. ٣٣٧
- شكل (٧٨) : آلة الزنجير والدلاء لادخار الماء الى جهة العلو - من أعمال الجزري. ٣٣٨
- شكل (٧٩) : آلة رفع الماء الى جهة العلو باستخدام زنجير ودلاء - من أعمال الجزري. ٣٣٩
- شكل (٨٠) : آلة الزنجير والدلاء حيث تتم الادارة إما بواسطة دابة، أو بواسطة قرينة (عنفة) ٣٤٠
- دفعية عند الركن السفلي الأيسر - من أعمال الجزري.
- شكل (٨١) : آلة إخراج الماء بالمغرفة المتأرجحة - من أعمال الجزري. ٣٤١
- شكل (٨٢) : آلة إخراج الماء بالمغرفة المتأرجحة - من أعمال الجزري. ٣٤٢
- شكل (٨٣) : آلة الأسطوانتين المتعاكستين، حيث تحول الحركة الدورانية الى حركة ترددية. ٣٤٣
- شكل (٨٤) : آلة الأسطوانتين المتعاكستين لرفع الماء الى جهة العلو - من أعمال الجزري. ٣٤٤
- شكل (٨٥) : المضخة ذات الأسطوانتين المتقابلتين - من أعمال تقي الدين بن معروف. ٣٤٩
- شكل (٨٦) : المضخة الحزونية التي تدار بدولاب مائي - من أعمال تقي الدين بن معروف. ٣٥٠
- شكل (٨٧) : مضخة الحبل ذي أكر القماش - من أعمال تقي الدين بن معروف. ٣٥١
- شكل (٨٨) : المضخة ذات الأسطوانات الست - من أعمال تقي الدين بن معروف. ٣٥٢
- شكل (٨٩) : توليد الحركة (ومن ثم القدرة) ونقلها بالنسنتات والأعمدة - من أعمال الجزري. ٣٥٤
- شكل (٩٠) : دولاب ماء دفعي فوكفات (Scoop Wheel) - من أعمال الجزري. ٣٥٥

- شكل (٩١) : (الدولاب ذو الكفات كما ورد في ساعة الطواويس - للجزري) ٣٥٦
- شكل (٩٢) : (الدولاب ذو الكفات كما ورد في ساعة الطواويس - للجزري) ٣٥٧
- شكل (٩٣) : ترتيباً لتقديم الشراب بطريقة آلية يديرها دولاب ذو كفات - من أعمال الجزري. ٣٥٨
- شكل (٩٤) : دولاب ذو كفات يعمل في زورق يوضع في بركة في مجالس الشراب - من أعمال الجزري. ٣٦٠
- شكل (٩٥) : قارب يعمل بطريقة ميكانيكية به مجلس شراب وموسيقى - من أعمال الجزري. ٣٦١
- شكل (٩٦) : تفصيل عمود الدولاب ذي الكفات المركب في زورق مجلس الشراب - من أعمال الجزري. ٣٦٢
- شكل (٩٧) : دولاب مائي ذو أجنحة - من أعمال الجزري. ٣٦٣
- شكل (٩٨) : عمود يعمل قرصاً شكَّلَتْ فيه ريشات محرقة، وبذلك يقوم بعمل دولاب الماء رد الفعل - من أعمال الجزري. ٣٦٤
- شكل (٩٩) : تصميم ليونارد دافنشي لجهاز شواء يشتمل على تربية تعمل بالغازات الساخنة المتصاعدة. ٣٦٧
- شكل (١٠٠) : مثالان من طواحين الهواء في الحضارة الإسلامية - من رسم النمشي. ٣٦٨
- شكل (١٠١) : الحيلة (٩٥) من حيل بني موسى بن شاكر وتختص بصناعة سراج يعمل من تلقاء ذاته. ٣٧٠
- شكل (١٠٢) : الحيلة (٩٦) من حيل بني موسى بن شاكر، وتشير إلى صناعة سراج يخرج الفتيلة لنفسه. ٣٧١
- شكل (١٠٣) : الحيلة (٩٧) من حيل بني موسى بن شاكر، وتتضمن صناعة سراج يخرج الفتيلة لنفسه، ويصب الزيت لنفسه. ٣٧٢
- شكل (١٠٤) : الحيلة (٩٨) من حيل بني موسى بن شاكر، وتختص صناعة سراج إذا وضع في الريح العاصف لا ينطفئ. ٣٧٣
- شكل (١٠٥) : ثلاث ترتيبات قائمة على فكرة الحركة الدائمة (Perpetual Motion). ٣٧٦
- شكل (١٠٦) : ترتيبات قائمة على فكرة الحركة الدائمة. ٣٧٨
- شكل (١٠٧) : تخطيط خمس ترتيبات تؤدي حركات دائمة، وتتركب من دواليب ومسننات وسلاسل لرفع المياه. ٣٨٠
- شكل (١٠٨) : الحيلة (١٠٠) من حيل بني موسى بن شاكر - آلة لانتشال الأشياء الغارقة. ٣٨١
- شكل (١٠٩) : مخطط لقفل صندوق يعالج بحروف المعجم - من أعمال الجزري. ٣٨٣
- شكل (١١٠) : مسنن وسقاطتان من أعمال تقي الدين بن معروف. ٣٨٤
- شكل (١١١) : أداة ميكانيكية لحفي القوس كما وردت في رسالة للطرسوسي عن الأسلحة. ٣٨٥
- شكل (١١٢) : ترتيباً لأضواء الحركة والصوت على تماثيل تتحرك على أنغام ساعة مائية - من أعمال الجزري. ٣٨٦
- شكل (١١٣) : مصراع باب من الشبه للمصبوب - من أعمال الجزري. ٣٨٧
- شكل (١١٤) أ : أسطرلاب من صناعة حامد بن محمود الأصفهاني (إيران : القرن ٦هـ = ١٢م). ٣٩٢
- شكل (١١٤) ب : أسطرلاب من صناعة ابن ياسو الأندلسي - أسبانيا (القرن ٧هـ = القرن ١٣م). ٣٩٣

- شكل (١١٥) أ : جهاز مسنن لحساب التقويم لأبي الریحان البيروني، ويبين مواضع الشمس وسائر القمر،
وما يمضي من الشهر العربي ٣٩٣
- شكل (١١٥) ب : أسطرلاب يحتوي على جهاز تقويم مسنن على نمط جهاز البيروني، وهو من صناعة
محمد بن أبي بكر بن محمد الراشدي الأبري الأصفهاني. ٣٩٤
- شكل (١١٦) : رسم تخطيطي لراميات الأسهم وراميات الحجارة. ٤٠٣
- شكل (١١٧) : رسم تخطيطي لمنجنيق من أعمال نجم الدين حسن الرمّاح (القرن ٧هـ = ١٣م). ٤٠٣
- شكل (١١٨) : صورة منجنيق كما وردت في كتاب أرنيفأ الزردكاش . (القرن ٩هـ = ١٥م). ٤٠٤
- شكل (١١٩) : صورة منجنيق من تراث أرنيفأ الزردكاش (القرن ٩هـ = ١٥م). ٤٠٥
- شكل (١٢٠) : رسم منجنيق مركب فوق برج قلعة - من أعمال أرنيفأ الزردكاش . ٤٠٦
- شكل (١٢١) : منجنيق أفرنكي، وصفه فيلاردي هنيكورت في القرن ١٣م. ٤٠٧
- شكل (١٢٢) : منجنيق روماني ضخيم كما كان مستعملا في القرون الوسطى . ٤٠٨
- شكل (١٢٣) : رسم تخطيطي للدفع نموذجي من القرون الوسطى، وطريقة ضبط توجيه القذائف. ٤١٠

فهرس الجداول

٤٧٧	- الباب الأول
٤٧٧	- الباب الثاني

فهرس الجداول (الباب الأول)

صفحة	جدول (١)	: بيان تقديم بالمخطوطات الموحدة في الاتحاد السوفيتي
٤٥	جدول (٢)	: دراسة مقارنة لقيم قياسات قطر الأرض .
٨٣	جدول (٣)	: قياسات الأرض عبر الحضارات المتعاقبة .
٨٤	جدول (٤)	: مقارنة بين قياسات طول السنة الشمسية (المدارية)
٨٧		

(الباب الثاني)

٢٠٦	جدول (١)	: قيم الثقل النوعي للمعادن كما عيَّنها البيروني بالتجربة .
٢٠٧	جدول (٢)	: قيم الثقل النوعي لبعض الأحجار الكريمة حسب قياسات البيروني ، كذا قياسات السوائل
٢٢٢	جدول (٣)	: رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق : أرسطو - أقليدس - أرشميدس .
٢٢٦	جدول (٤)	: رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق : اكتاسيبيوس - أبولونيوس - فيلون .
٢٣٥	جدول (٥)	: رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق .
٢٣٦	جدول (٦)	: إيرن أو إهرن أو هيرون السكندري .
٢٤٢	جدول (٧)	: رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق : بطليموس الى مورسلس .
٢٤٤	جدول (٨)	: رواد هندسة الحركات من علماء الاغريق : مورسلس الى بادروغوغيا .
٢٤٥	جدول (٩)	: رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين : الفزاري الى بني موسى بن شاكر .
٢٤٦	جدول (١٠)	: رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين : عطارد الى النيريزي .
٢٤٧	جدول (١١)	: رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين : ابراهيم بن سنان الى السجزي .
٢٤٨	جدول (١٢)	: رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين : القهقي الى الشلوي .
٢٤٩	جدول (١٣)	: رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين : ابن السمع الى الحاج يعيش .
٢٥٠	جدول (١٤)	: رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين : الخازني الى الجزري .
٢٥١	جدول (١٥)	: رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين : رضوان الساعاتي الى ابن الشاطر .
٢٥٢	جدول (١٦)	: رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين : ابن أرتيغا الزردكاش - ابن معروف .
٢٥٤	جدول (١٧)	: رواد هندسة الحركات من علماء العرب والمسلمين : ابراهيم الرِّياش .
٢٥٥	جدول (١٨)	: مصادر للتصنيف والتراجم واللغة .
٣٥٣	جدول (١٩)	: تصنيف دوايب الماء المولدة للقذرة الميكانيكية والتي كانت معروفة تماما في الحضارة الاسلامية .
٣٩٢	جدول (٢٠)	: مقارنة بين قياسات طول السنة الشمسية .
٤١٥	جدول (٢١)	: جانب من عبارات البارود الواردة في كتاب نجم الدين الرواح .

إصدارات مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

أنشئت إدارة التأليف والترجمة والنشر عام ١٩٨٢ للمساهمة في دعم المكتبة العربية بالمراجع المتخصصة والدراسات الجادة والكتابات الهادفة، إيماناً من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي بجداوة اللغة العربية في استيعاب العلوم كافة وأصالتها في تبني مختلف الثقافات، وعراقتها في التعبير عن جل الحضارات. .
وانطلاقاً من أن نشر الكتاب هو خير طريق لمواكبة التقدم العلمي، ودليلاً على مدى أول كلمة نزلت في القرآن الكريم (اقرأ). تصدر الإدارة ثمانية سلاسل من الكتب والموسوعات هي:

- سلسلة الموسوعات العلمية.
- سلسلة الرسائل الجامعية.
- سلسلة الكتب المتخصصة.
- سلسلة الكتب المترجمة.
- سلسلة الثقافة العلمية.
- سلسلة التراث العلمي العربي.
- سلسلة المؤلف الناشئ.
- سلسلة ترجمة أمهات الكتب.

سلسلة التراث العربي

- تاريخ صناعة السفن في الكويت
- د. نجاة الجاسم ود. بدر الدين الخصوصي
- العلوم عند المسلمين
- الشيخة حصة الصباح
- مقتنيات جديدة مختارة
- الشيخة حصة الصباح
- منظومات ين الياسمين في أعمال الجبر
- أ.د. جلال شوقي
- العلوم العقلية في المنظومات العربية
- أ.د. جلال شوقي
- لمحة المختطف في صناعة الخط الصلف
- هيا الدوسري
- أصول الحيل الهندسية
- أ.د. جلال شوقي

○ عزيزي القارئ للحصول على نسخة من أي كتاب من قائمة الكتب يرجى مراسلة المؤسسة على العنوان التالي: مؤسسة الكويت للتقدم العلمي إدارة التأليف والترجمة والنشر.

○ ص.ب: ٢٥٢٦٣ الرمز البريدي 13113 الكويت ت: ٢٤٢٥٨٩٧ - ٢٤٢٦٢٠٧ - فاكس: ٢٤٠٣٨٩٧.

«جميع حقوق النشر محفوظة لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي في دولة الكويت.»

